REVISTA INDUSTRIAL Y AGRÍCOLA

DE TUCUMÁN

TOMO XIII — OCTUBRE-NOVIEMBRE 1922 — NÚMEROS 5-6

Los subproductos de la industria azucarera

INTRODUCCIÓN

En la fabricación del azúcar de la caña, como en toda otra industria, se ha prestado mucha atención, en los últimos años, a la utilización de los subproductos, pero aunque se haya conseguido algún éxito, queda todavía mucho por hacer hasta que éstos sean aprovechados debidamente. El hecho de que los ingenios azucareros se encuentran, por lo general, lejos de los centros de estudio y en países por excelencia tropicales y coloniales, como así también de que éstos emplean sus técnicos y especialmente sus químicos tan sólo durante la cosecha, es decir, durante los meses en que tienen que concentrar toda su atención en la marcha rutinaria de la fábrica, constituyen razones ponderables que determinan solamente un progreso relativo en lo que respecta al aprovechamiento de los subproductos.

Considérase en la industria azucarera como tales, a los siguientes :

1° *El despunte,* es decir, el cogollo del tallo de la caña;

2° *La maloja,* o sea las hojas separadas de la caña en la operación de la pelada;

3° *El bagazo;*

4° *Las tortas de los filtros prensa (La cachaza);*

5° *La melaza.*

Los ingenios, en la casi totalidad de los casos, disponen de estos productos en una forma que es ya casi habitual desde hace muchos años.

El despunte se da en parte a los animales y el resto se deja en los campos junto con la maloja, los que luego son eliminados por medio del fuego en los mismos cañaverales, antes de iniciar los nuevos cultivos.

El bagazo se quema en los hornos, tanto que en muchos ingenios constituye el único combustible; otros emplean, además de éste, leña, carbón, petróleo, etc., como combustible adicional, según las condiciones locales.

La torta de los filtros se emplea de una manera muy indiferente como abono de los campos.

La melaza se emplea a veces para la fabricación de alcohol, y en otros casos para alimento de los animales, pero todos los años una gran parte de este subproducto, en la mayoría de las fábricas azucareras del mundo, se echa a los ríos o acequias.

En este informe nos ocuparemos más bien

de las posibilidades de utilización de estos subproductos que de su verdadera explotación comercial, pues la industria ha hecho muy poco hasta hoy para aprovecharlos comercialmente. Sin embargo, esperamos poder demostrar que su explotación comercial ofrece oportunidades ventajosas para el capitalista y el inventor.

CAPÍTULO I

El despunte, la maloja y el bagazo

Fabricación de papel de bagazo. — Fabricación de cartón grueso *(Beaverboard)*. — Fabricación de alcohol del bagazo. — Otras aplicaciones. — La maloja.

El despunte. — Respecto a la utilización de este subproducto, tanto los análisis químicos como la experiencia demuestran que es un forraje de cierto valor para los animales, y Tucumán al emplearlo en esa forma indica al respecto más adelanto que muchos otros países azucareros, como por ejemplo Luisiana, donde por lo general no se ha llegado a darle aplicación alguna. Ha sido empleado también, en escala limitada, para ensilaje, dando en este procedimiento un producido regular.

Nosotros hemos estudiado la posibilidad de emplearlo en la fabricación de alcoholes, porque ya sabemos que es inservible para la fabricación de azúcar, pues lo que contiene es mayormente glucosa y levulosa y sólo poca sacarosa. Para la fabricación de alcohol tendríase que recogerlo de los campos y separarlo de sus hojas, o sea pelarlo. Estos tallos cortos de la parte no madura de la caña, serían pasados por un trapiche obteniendo así un jugo que se podría fermentar.

Los estudios realizados en este proyecto indicaron, sin embargo, que la cantidad de azúcares totales que contiene el despunte pelado de la caña, no es suficiente para que sea económica su explotación de esta manera, pues no daría más de 10 a 15 litros de alcohol por tonelada.

El bagazo.—El uso de este subproducto, como combustible, es necesario en muchos países cañeros por ser el único económico. Esta es la situación, por ejemplo, en Cuba, Puerto Rico, Java, etc. Pero frecuentemente se produce más bagazo del que se necesita para los hornos y los industriales se han preocupado mucho en buscar una aplicación conveniente para tal exceso. También hay casos en los que se dispone de otros combustibles muy baratos, de tal suerte que la totalidad del bagazo quedaría disponible para otra aplicación provechosa, si existiera.

En caso de que se pueda usar el exceso, después o antes de la cosecha, como combustible en la destilería, o para la instalación de fuerza de los talleres, etc., Renton, Hind ha propuesto enfardar este sobrante durante la cosecha, guardándolo así en forma conveniente hasta que sea necesario usarlo. Este método ha sido empleado en uno de los ingenios de esta provincia.

Otra aplicación que ha sido propuesta es la de aprovecharlo como absorbente de la melaza, la que en algunos países se acostumbra enviar a Europa para servir de materia prima en la fabricación de alcohol. La melaza, así absorbida, se transporta como sólido y no como líquido, produciendo así la correspondiente economía del envase. Se ha comprobado que doce partes de bagazo absorben ochenta y ocho de melaza de 86° Brix.

De la posibilidad de emplear el bagazo en la fabricación de alimentos para animales, combinándolo con la melaza, hablaremos en el capítulo III.

En los países donde hay mucho bagazo disponible se han ocupado mucho acerca la posibilidad de emplearlo en la fabricación de papel, convirtiéndolo así en un producto de alto valor.

Fabricación de papel de bagazo. — Su utilidad en la fabricación de papel fué propuesta hace ya muchos años, y numerosas han sido las tentativas con este fin sin que hasta la fecha se haya llegado a emplear, industrialmente, esta fibra para otro propósito que el de usarlo como combustible.

En 1856, Tomás Routledge, que por ese entonces fabricaba papel de varias gramas tropicales, realizó algunos ensayos con bagazo, llegando a la conclusión de que esta substancia era enteramente conveniente como materia prima en la fabricación de papel; de igual valor que la paja, la grama esparto y otras materias en uso. En 1878, Hoffman fabricó centenares de toneladas de papel de bagazo en una fábrica de Maryland (E. U. de N. A.). Sin embargo, la tentativa de Hoffman fracasó por razones económicas. A pesar de ello, otras autoridades, como ser: Riatt, Remington, Bowack y Carrington, insistían sobre la factibilidad de este proyecto, es decir, la utilización del bagazo en esta forma, ya sea solo o mezclado con otras materias primas.

La compañía E. H. Cunningham, de Sugarland, Texas (E. U. de N. A.), que tiene un ingenio, refinería y destilería, tentó fabricar un papel ordinario por un proceso consistente en tratar el bagazo con lechada de cal hirviente. El doctor H. M. Shilstone, antes administrador de estas propiedades, manifiesta que la tentativa fracasó, a pesar de haber sido continuada durante largo tiempo, debido a la mala calidad y al reducido rendimiento del papel producido. El papel era quebradizo y apenas servía para algún uso. Declara Shilstone que en el año 1911 abandonaron el proyecto y empezaron a fabricar papel para envolver, empleando diarios viejos como materia prima. Esta empresa había resultado un éxito.

Otras tentativas se realizaron en Trinidad, donde existían dos fábricas de papel que empleaban bagazo y otras fibras. El procedimiento empleado consistía en hacer hervir el bagazo con una débil solución de soda caústica, a baja presión. Las otras fibras que se empleaban eran bambú, grama «*para*» *(paspalum, sp.)* y otras gramas. El inventor del proceso fué un señor Bert de Lamarre. He solicitado informes del técnico de una de estas fábricas sobre el éxito de ellas en estos ensayos. Declaró que resultaba imposible la fabricación del papel, si el bagazo no se mezclaba con una proporción de más o menos el mismo peso de otras materias primas. Dijo que en experimentos que él mismo había realizado, llegó a la conclusión de que sólo el 20 por ciento de la substancia seca del bagazo era de fibra conveniente para la fabricación del papel.

Otra autoridad, también, manifiesta que las dos fábricas habían encontrado que era necesario emplear otras fibras en una proporción mayor que la mitad de la materia prima, y que, aun así, el papel resultaba de una calidad inferior. Ahora las tentativas han sido definitivamente abandonadas, habiéndose cerrado las fábricas por cuanto éstas en sus funciones erogaban solamente deudas.

Entre otras iniciativas podemos citar la de la «United Railway and Trading Company», de Luisiana, una compañía inglesa que trataba de fabricar papel para envolver por medio de un proceso que consistía en hacer hervir al bagazo con lechada de cal. A pesar de haber realizado muchos experimentos no lograba producir un producto de calidad conveniente, pues el papel de

bagazo resultaba siempre muy duro y quebradizo, imposible de vender. Después de muchos ensayos tuvieron que abandonar el proyecto.

La « United Fruit Company », una empresa norteamericana con grandes capitales, instaló una fábrica en Preston (Cuba), para la elaboración de papel de envolver, empleando el bagazo del mismo ingenio Preston como materia prima. Empleaban el proceso de hacer hervir el bagazo con soda caústica. El valor del producto conseguido, que era un papel de calidad muy inferior, no estaba en proporción con el costo de fabricación del mismo, de modo que después de algunos meses se abandonó el proyecto.

Como algunas causas del fracaso de todas estas tentativas, podemos indicar la siguientes: 1ª El bagazo como materia prima en la fabricación de papel para envolver tiene que competir con otras materias primas muy baratas, tales como son los grados inferiores de madera, paja, etc.; 2ª El bagazo no contiene sino una cantidad reducida de fibra adaptable para la fabricación de papel: el rendimiento de fibra apta es menor del 30 por ciento en comparación del 50 por ciento y más de otras materias; 3ª Todas las tentativas realizadas han sido hechas por medio de instalaciones relativamente sencillas, pues una instalación muy complicada y costosa sólo se podría considerar para el caso de una central de fabricación de papel, con una capacidad que correspondería al bagazo producido por un grupo de ingenios.

No he mencionado otras iniciativas menos serias, como por ejemplo la de la « Sugar Cane By-Products Company », de Luisiana, fundada en 1917 a base de mucha reclame, pues en estos casos parece que las empresas han tenido más habilidad para la venta de acciones que para la fabricación de papel. No he hecho alusión alguna, tampoco, sobre la fabricación de un grado común de papel de bagazo que realiza el ingenio Olaa, en Hawaii, empleando el producto para tapar los surcos de caña recién plantada. Esta calidad de papel no serviría para la venta ni para propósito alguno en Tucumán, pues este método de emplearlo en el cultivo de la caña se debe únicamente a la imposibilidad de efectuar los cultivos ordinarios en Olaa, durante los largos períodos de lluvia sumamente excesiva.

Hace algunos años, un laboratorio de buena fama en Norte América, el de la compañía « Arthur D. Little, Inc. », de Cambridge, Mass., fué encargado de estudiar lo más detenidamente posible el bagazo de la caña de Cuba, como materia prima para ser usado en la fabricación de papel, estudiando también los métodos de fabricación a emplearse para conseguir el mejor producto posible. No he podido ver una copia del informe producido por este laboratorio, pero entiendo que llegaron a la conclusión de que la elaboración de una calidad superior de papel de bagazo cubano era enteramente factible. Cabe decir que el bagazo que estudiaron fué el producido por el procedimiento de Simmons. Este método consiste en desfibrar completamente la caña que viene de los plantíos, secándola después en aparatos especiales hasta no tener más que el 7 por ciento de humedad. Esta caña, así completamente desmenuzada y seca, pasa a un tamiz donde el meollo queda separado de la verdadera fibra. El meollo y la fibra se enfardan entonces separadamente, remitiéndolos ya en esta condición al ingenio, que puede ser muy distante, donde se fabrica el azúcar. Sin embargo, la única ventaja que tiene este proceso, desde el punto de vista de la fabricación de papel de bagazo, es que se separa el meollo de la fibra.

Puede decirse, sin embargo, que a pesar del informe optimista de Little, no se ha

establecido en Cuba ninguna fábrica para poner en práctica sus recomendaciones.

Hace unos seis años, los plantadores de de caña, de Hawaii, también encargaron al laboratorio Little el estudio de la fabricación de papel, en este caso con el bagazo de los ingenios de Hawaii. Las conclusiones a que ha llegado Little son las siguientes:

Antes de iniciar la fabricación de la pulpa hay que separar el meollo, que es una substancia sin valor alguno para este propósito. A este fin sería necesario desmenuzar la caña aún más perfectamente que con la desfibradora Searby, y tamizarla en un tamiz rotatorio. De otro modo, el bagazo mismo que viene del trapiche podría ser tamizado. Las distintas variedades de caña dan la misma fibra en calidad pero no así en cantidad. De 100 kilos de bagazo seco de la Yellow Caledonia se obtendría unos 30 kilos de pulpa seca, mientras que del bagazo de la Lahaina el rendimiento sería solamente del 22,3 por ciento. La fibra de la caña es más corta que la de las maderas que se emplean para fabricar papel, pero esto no tendría importancia, pues serviría muy bien para papel para libros y papel de escribir. En la preparación de la pulpa se podría emplear la digestión con soda o con «sulfato». Para trabajar económicamente sería necesario continuar la fabricación de papel durante todo el año; esto se conseguiría almacenando el bagazo, o convirtiéndolo totalmente en pulpa durante la cosecha y almacenándola luego. Considera que no sería provechoso fabricar la pulpa para vender. Calcula que una fábrica de papel, con capacidad diaria de 30 toneladas, daría una ganancia neta del 23 por ciento, y que una con capacidad de 10 toneladas dejaría un producido del 13 por ciento.

Del informe se deduce que una fábrica de papel de bagazo tendría que estar a cargo de un especialista en la materia, pues sólo con la ayuda de la más alta técnica podría resultar un éxito.

Tal vez sería de interés dar los métodos de digestión del bagazo recomendados por el señor Little.

1° *Digestión con soda.* — Se hace hervir la materia prima, debidamente picada, con una solución de soda cáustica, empleándose desde el 10 hasta el 30 por ciento de ésta sobre el peso de la materia prima. La operación se realiza en autoclave, a una presión de cuarenta hasta cien libras por pulgada cuadrada. La digestión dura de dos a ocho horas, según la materia prima, etc. Al fin de la cocción se separa la solución de soda lavando bien la pasta. La solución de soda con las aguas del lavado se evapora hasta la sequedad, incinerando el residuo para obtener la «ceniza negra», que consiste en su mayor parte de carbonato de sodio. Éste se disuelve en agua, tratando después la solución con lechada de cal, produciendo de este modo el precipitado de carbonato de calcio y una solución de soda cáustica que se empleará en las otras digestiones. En esta operación siempre hay una pérdida del 10 al 15 por ciento de soda que tiene que completarse con soda nueva.

2° *La digestión al «sulfato».* — En este proceso se efectúa la digestión de la misma manera que en la digestión con soda; pero en la regeneración de la soda se agrega sulfato de sodio en lugar de soda cáustica, para compensar el 10 al 15 por ciento de pérdida resultante de la operación, agregando el sulfato antes de proceder a la incineración. Entonces, durante este último proceso, el sulfato queda reducido a sulfuro y queda así constituído el licor que se emplea para la digestión, de una mezcla de soda cáustica y sulfuro de sodio. Esta mezcla actúa más suavemente sobre la fibra que la soda pura, produciendo un mayor rendimiento de pasta de mejor calidad.

Cabe decir que el último proceso sólo se puede emplear en lugares bien apartados de los centros de población, porque los sulfuros producen, durante el proceso, ciertos compuestos gaseosos de olor muy desagradable, que se extienden en un espacio de muchas cuadras al rededor de la fábrica, con los inconvenientes del caso para los vecinos.

El informe de Little es muy interesante e indica que esta materia prima (el bagazo) podría llegar a ser de importancia en la industria del papel. Sin embargo, debemos advertir que las compañías azucareras de Hawaii, que tienen grandes capitales y cuyos ingenios producen más bagazo que el que pueden usar en los hornos, todavía no han emprendido la fabricación del papel, a base de las recomendaciones del laboratorio americano.

El estudio del informe de Little tiende a confirmar la opinión ya expresada de que una de las causas del fracaso en las tentativas comerciales de la fabricación de papel del bagazo, fué la sencillez y la falta de alta técnica en los métodos empleados. En otras palabras, parece que aún no se ha realizado tentativa alguna, en gran escala, empleando métodos científicos de fabricación.

FABRICACIÓN DE CARTÓN GRUESO («BEAVERBOARD»). — Un asunto que ha despertado mucho interés en Luisiana, durante los últimos tres años, es el proyecto de los señores Monroe y Dahlren, de fabricar una especie de cartón muy grueso (de casi un centímetro de espesor) parecido al *beaverboard,* empleando el bagazo como materia prima. Resulta que hay unos ingenios, en Luisiana, que han encontrado gas natural en sus propiedades, lo que se emplea para los hornos, quedando así disponible el bagazo para otras aplicaciones. El ingenio Southdown, por ejemplo, vendió el total del bagazo de la cosecha de 1920 a la compañía de Monroe y Dahlren. La misma compañía tiene una fábrica en Minnesota, que elabora una especie de cartón grueso, al que se da el nombre de *beaverboard,* con la marca especial de «Insulite», llamándose la sociedad «The Insulite Company». Aunque todavía es una cosa relativamente nueva, ya se vende el *beaverboard* en este país. Las materias primas para la fabricación de este producto en Minnesota son ciertos residuos de fibras obtenidos en la fabricación corriente de pasta para papel. Se lo emplea en edificaciones: en interiores, como base para el yeso, en lugar de listones, siendo en todo caso mucho mejor que los listones para este propósito; para formar paredes, tanto exteriores como interiores, de edificios. Las construcciones provisorias hechas por el gobierno norteamericano durante la guerra, en Wáshington, y otras partes, fueron construídas con un esqueleto de tirantes, formándose las paredes externas e internas con el «Insulite», dejándose así un espacio entre las dos paredes que asegura al edificio un medio de aislación contra el calor excesivo del verano como también del frío del invierno. Si son verdaderamente provisorios esos edificios, basta pintar las paredes para tener la casa completa; para darles permanencia por otro lado, los interiores deben revestirse con yeso, y los exteriores, también con igual materia, o con cemento o magnesita *(stucco).* Entiendo que la aislación producida de este modo es muy notable, siendo muy apropiada para casas, garages, teatros, etc.

La industria del *beaverboard* está ya bien establecida desde hace años, teniendo el producto una buena salida y siendo las ganancias muy satisfactorias. Según los datos que hemos podido obtener, el precio de venta es de pesos 250 oro americano la tonelada, siendo el costo de la mate-

ria prima sólo de pesos 30 oro americano.

Los fabricantes del *beaverboard* buscaron nuevas materias primas para la fabricación de este artículo en la parte sur de Norte América, donde querían instalar una fábrica para surtir la demanda de aquella región, y resolvieron experimentar con el bagazo. Hicieron muchos ensayos, tanto en su laboratorio como en su fábrica de Minnesota. El bagazo, que resultó ser sumamente conveniente para esta industria, dió un producto enteramente satisfactorio. Resolvieron entonces convenir con varios ingenios la adquisición de bagazo, comprando, para comenzar, todo lo producido durante el año 1920 en el ingenio Southdown, ya citado. Determinaron igualmente la inmediata instalación de una fábrica cerca de Nueva Orleans, o sea en una ubicación central, con un costo de un millón de dólares.

Se calcula que de una tonelada de bagazo seco, que lo adquieren a un costo de 15 dólares la tonelada, puesto en la fábrica, se obtiene mil pies cuadrados de *beaverboard*. Los fabricantes opinan que el «Insulite» hecho del bagazo es mejor que el fabricado con otras materias. Se calcula que el costo del producto hecho f. o. b. fábrica es de 25 dólares por mil pies. El precio de venta es al rededor de 60 dólares.

Esta fábrica está ahora instalada y en plena marcha, trabajando, según informes recibidos, 24 horas por día y seis días por semana. El producto se encuentra en venta en todas partes de Estados Unidos. Según los proyectos actuales, se propone edificar un gran número de casas para obreros cerca de Nueva Orleans, que tendrán las paredes, etc., construídas enteramente de este producto del bagazo. Trátase así de resolver el problema de la escasez de viviendas, que es tan serio en Nueva Orleans como en muchas otras ciudades del mundo.

Fabricación de alcohol del bagazo. — Además de su uso como combustible y en la fabricación de papel, hay otras dos aplicaciones posibles del bagazo. La una es como materia prima para la fabricación del alcohol etílico. Como es bien sabido, el viejo procedimiento de Fleschig, en el cual se disolvió celulosa en ácido sulfúrico algo concentrado en frío, convirtiéndola en glucosa, la cual por fermentación da el alcohol etílico, ha sido perfeccionado técnicamente hasta tal grado, que la explotación comercial del procedimiento está produciendo buenas ganancias. Actualmente se emplea aserrín, desecho de maderas, como materia prima. Pero la similaridad de composición entre el bagazo y el aserrín indicaría que esa substancia resultaría satisfactoria como materia prima, y tal vez mejor que el aserrín por la razón de su porosidad especial.

Otras aplicaciones. — Otra aplicación es la de la destilación seca del bagazo. La destilación de la madera es la base de una industria de mucha importancia, siendo los productos, fuera de los gases que sirven para alumbrado, alcohol metílico, acetona, ácido acético y varias esencias. Nosotros hemos hecho ensayos preliminares sobre estos métodos de utilización del bagazo, con resultados bastante satisfactorios, habiéndose obtenido buenos rendimientos de los citados productos.

Se ha propuesto también emplear el bagazo como materia prima para la preparación de un carbón vegetal a emplear en el mismo ingenio. El procedimiento a adoptarse sería el de carbonizar el bagazo en un horno cerrado, tratando el carbón así obtenido, sucesivamente, con soda cáustica y ácido clorhídrico.

Sin embargo, las investigaciones realizadas han demostrado que el carbón así preparado tiene sólo un bajo valor decolorante,

siendo de una eficiencia del 26 por ciento de la de los carbones vegetales conocidos, como ser el Norit, Carbrox, Darco, etc.

Un carbón mejor se podría obtener, sin embargo, impregnando el bagazo con una solución de cal antes de carbonizarlo. Otro procedimiento que promete es el de carbonizar el bagazo a altas temperaturas, como por ejemplo, a 1200° C, método que se ha empleado con éxito en la fabricación de otros carbones decolorantes.

Mientras que este uso del bagazo esté todavía bajo experimentación, podemos decir que representa una de las aplicaciones de más perspectiva de este subproducto.

LA MALOJA. — Otro de los productos de desecho de la industria, que hemos señalado, es la maloja. En Tucumán, como en algunos otros países azucareros, ésta se quema en los cañaverales. Sin embargo, este es un método muy poco económico de disponer de ella, pues quemándola se pierde el nitrógeno que contiene, que es el elemento nutritivo más importante para la caña de azúcar. Un procedimiento más razonable sería el de enterrar la maloja con arados, aumentando así el contenido de la tierra no solamente de nitrógeno, sino también de substancia orgánica, tan importante para mejorar la condición física del suelo.

La Estación Experimental ha venido haciendo ensayos durante los últimos seis años sobre este procedimiento. Los resultados (*Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, vol. XII, págs. 103-110) indican que el método es enteramente práctico, y que abarata los sistemas de cultivo a la vez que produce apreciables mejoras del suelo.

A veces la maloja se recoge para emplearla como combustible adicional en los hornos, pero esto resulta poco económico por ser muy costosa su recolección en parangón con el reducido valor calorífico. Asimismo, las posibles aplicaciones del bagazo que hemos discutido podrían ser también aplicadas a la maloja en la mayoría de los casos, pero por su costo de recolección, acarreo, etc., sería poco probable su explotación económica.

El próximo de los subproductos mencionados es la torta de los filtros-prensa, o sea *la cachaza*.

CAPÍTULO II

La cachaza

Su valor como abono. — Otras aplicaciones de la cachaza. — La cera de caña. — Eliminación de la cachaza por el procedimiento de Thomas y Petree.

SU VALOR COMO ABONO. — En la industria azucarera se considera generalmente la torta de los filtros como un producto secundario de poco valor. Se la pone en los cañaverales, en parte, porque se cree que tiene un efecto benéfico sobre los terrenos, y en parte, tal vez, por ser éste un buen modo de librarse de una cosa embarazosa. Por esta razón hemos hecho una investigación amplia de este subproducto, con el objeto de estudiar la composición de las tortas de filtros-prensas de varios ingenios típicos de esta provincia, como también a fin de determinar exactamente su naturaleza y el valor de sus ingredientes como fertilizantes, etc.

En la literatura de la industria se encuentran pocos datos sobre la composición y valor de las diferentes cachazas. En cuanto a Java, por ejemplo, Winter (1) cita los siguientes porcentajes de ácido fosfórico y nitrógeno, en tres cachazas procedentes de defecación ordinaria (2).

(1) Cf. KRÜGER, *Das Zuckerrohr und Seine Kultur*, página 214.

(2) Porcentajes calculados a base de substancia seca.

	I	II	III
Nitrógeno.....	1.11 %	0.43 %	1.98 %
Ácido fosfórico...	2.05	4.61	4.68

Geerligs (1) también hizo un examen de los barros de varios tipos de aparatos para filtrar, cuyos resultados van a continuación:

Constituyentes	Filtro Taylor		Filtro-prensa	
	Por ciento		Por ciento	
Agua.....	72.14	67.73	69.26	69.72
Albúmina.....	1.93	0.87	1.94	1.80
Ácido fosfórico..	0.57	1.49	1.42	1.39

Naturalmente, es evidente que la composición de la cachaza varía según el método de clarificación que se emplea. Si se usa la sulfitación, el barro contendrá un porcentaje de sulfito de calcio más grande o más pequeño, según la cantidad de azufre y cal empleada. Por otro lado, tratándose del proceso de la carbonatación, donde se añade el 2 por ciento o aun más de cal al jugo crudo, la espuma de la clarificación contendrá mucho carbonato de calcio. En efecto, se compondrá principalmente de ese constituyente, como se puede ver en los siguientes análisis de Geerligs (2):

	Carbonatación simple	Carbonatación doble	
		1ª saturación	2ª saturación
Carbonato de calcio.	67.94 %	61.94 %	85.01 %
Ácido fosfórico.....	0.71	0.87	0.12
Albúmina.....	2.55	2.72	—

(1) *Cane Sugar*, página 140.

(2) *Cane Sugar*, página 151.

Finalmente, si se usa ácido fosfórico en el proceso de clarificación, la cachaza contendrá tanto más de este constituyente, el que será precipitado por la cal como fosfato de calcio.

En experimentos realizados en Hawaii, Deerr demostró que se obtuvieron ocho toneladas de cachaza seca, de cada mil toneladas de caña molida, y que la cachaza contenía 310 libras de ácido fosfórico y 230 libras de nitrógeno. Además descubrió que bajo las condiciones de Hawaii, el 60 por ciento del ácido fosfórico y 25 por ciento del nitrógeno que contiene el jugo, se alejan por la defecación ordinaria, encontrándose después en la cachaza (1).

Algunas cifras correspondientes a Luisiana, dadas por el departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2), demostraron que la cachaza al salir de la prensa tenía un contenido medio de 45,17 por ciento de humedad, 3,49 por ciento de ácido fosfórico, y 1,14 por ciento de nitrógeno. Su valor como abono, en los Estados Unidos, según los precios entonces corrientes se calculó en pesos 28 moneda nacional, por tonelada.

Para nuestras investigaciones obtuvimos muestras de las tortas de varios ingenios tucumanos, las cuales, después de secadas al aire, analizamos según los métodos usuales. Los resultados se encuentran en el cuadro siguiente:

(1) *Cane Sugar*, página 78.

(2) *Bulletin* 11, página 16; *Bulletin* 14, página 54.

	1	2	3	4	5	6	7
Agua (H_2O)	9.26	13.86	8.40	24.98	4.18	25.82	9.56
Ceniza	24.22	22.88	20.62	24.25	29.00	16.33	24.78
Cal (CaO)	6.62	5 71	5.39	9.16	11.20	2.95	5.22
Óxido de hierro y aluminio (Fe_2O_3 y Al_2O_3)	1.60	2.21	1.51	1.37	1.51	0.75	1.10
Ácido fosfórico (P_2O_5)	6.20	5.59	3.39	7.81	7.01	3.04	5.00
Ácido fosfórico disponible (soluble en citrato de amonio)	5.05	4.49	»	»	»	»	3.26
Sulfato (SO_3)	1.77	1.19	0.79	0.85	0.18	vestig.	vestig.
Sílice (SiO_2)	0.57	0.68	0.09	0.25	0.92	0.24	0.16
Arena y arcilla	4.43	4.77	7.49	4.63	5.74	8.10	7.29
Ácido sulfuroso (SO_2)	1.22	0.94	0 62	0.43	0.93	vestig.	1.54
Nitrógeno (N)	1.87	1.91	2.05	1.87	1.97	2.15	2.75
Materia volátil	66.52	63.36	70.98	50.77	66.82	57.85	65.66

De estos resultados se desprende que las cachazas varían señaladamente en cuanto a su composición y según el proceso de clarificación que haya sido empleado en su producción. El ingenio que emplea más ácido fosfórico para hacer la clarificación, vuelve a tener este ácido en forma de fosfato de calcio, que se hallará en la cachaza, razón por la cual ésta contendrá una buena proporción de este ingrediente fertilizante. Igualmente, la cantidad de sulfito de calcio en la cachaza dependerá del grado de sulfitación que se emplee en la fábrica, aun cuando durante el proceso de secar la cachaza algo del sulfito se pierda y otra cantidad se convierta en sulfato.

Antes de discutir los resultados detalladamente, hay que notar que el proceso de secar las cachazas ocasiona una pérdida de substancias orgánicas, especialmente azúcares, a causa de la acción bacteriana. Por lo tanto, parece que el proceso que generalmente se sigue, puede causar una diminución de materia orgánica y un aumento correspondiente al contenido de ceniza de la cachaza. Felizmente nuestros resultados, como los de Deerr (1), indican que la pérdida del elemento más valioso, el nitrógeno, durante el proceso de secar la cachaza, no alcanza a cantidades importantes.

Los constituyentes de más valor en la cachaza, desde el punto de vista de la fertilización, son: nitrógeno, ácido fosfórico, cal y materia orgánica. El contenido de nitrógeno, más o menos 2 por ciento de la cachaza seca, por sí mismo hace más valiosa la cachaza como abono. El ácido fosfórico está presente, casi todo en la forma de citrato soluble, o forma «disponible», y todas las cachazas examinadas que vinieron de ingenios donde se emplea ácido fosfórico en el proceso de clarificación, especialmente los números 1, 4 y 5, resultaron ricas en cuanto a su contenido de este constituyente.

La cal, que se encuentra en buenas proporciones en todas las cachazas, es una valiosa materia fertilizante que puede aplicarse con ventaja a la mayoría de los terrenos; mientras que la materia orgánica, de la cual las cachazas contienen una proporción de 50 a 70 por ciento, es una materia que produce humus cuyo valor no debe perderse de vista.

En todo caso, es evidente que las cachazas son abonos valiosos, siendo ricas en los

(1) *Loc. cit.*

elementos más convenientes para el buen desarrollo de la caña (nitrógeno y fósforo), y también con respecto a las substancias que pueden mejorar la tierra en general: cal y materia orgánica.

Al mismo tiempo se verá que en los ingenios donde se emplea la defecación y una sulfitación ligera, tales como las número 3, 6 y 7, las cachazas producidas son muy parecidas a las de Java y Luisiana, ya mencionadas. Cuando se emplean métodos especiales de clarificación, incluyendo el uso del ácido fosfórico, la cantidad de fosfato de calcio contenida en las cachazas es, naturalmente, mucho mayor.

En la forma generalmente adoptada por los vendedores de abonos comerciales, los análisis resultan como sigue:

Cachaza	Ácido fosfórico P_2O_5	Nitrógeno	Amoniaco
Número 1.....	6.20 %	1.87 %	2.27 %
— 2.....	5.59	1.91	2.31
— 3.....	3.39	2.05	2.48
— 4.....	7.81	1.87	2.27
— 5.....	7.01	1.97	2.39
— 6.....	3.04	2.15	2.61
— 7.....	5.00	2.75	3.33

Ahora será interesante estudiar un poco la cuestión del valor comercial de las cachazas como abonos. Como el nitrógeno es el constituyente más valioso y se encuentra en una forma orgánica, conviene tomar como base de los cálculos los precios del nitrógeno, ácido fosfórico, etc., de los residuos de frigoríficos, que también contienen nitrógeno en forma orgánica. El precio medio (1) de venta de este abono, puesto en Tucumán, puede calcularse que oscila al rededor de pesos 13 moneda nacional por tonelada, por cada por ciento de amoníaco, y en pesos 0,50 moneda nacional por tonelada, por cada por ciento de ácido fosfórico.

Calculado sobre esta base, el valor de la cachaza por tonelada sería como sigue:

	Pesos moneda nacional
Número 1.....	32.61
— 2.....	32.83
— 3.....	33.94
— 4.....	33.41
— 5.....	34.57
— 6.....	35.45
— 7.....	45.79

Sin embargo, el valor real sería mayor, pues la casi totalidad del ácido fosfórico que contiene es «disponible» y siempre se consigue mayor precio cuando se trata de esta clase de ácido fosfórico inmediatamente asimilable. Por lo tanto, vale la pena tomar en cuenta el ácido fosfórico disponible al calcular el valor de algunas de las cachazas. Los análisis habrían de presentarse en la siguiente forma:

Cachaza	Ácido fosfórico			Nitrógeno	Amoniaco
	Disponible	Insoluble	Total		
	%	%	%	%	%
Número 1...	5.05	1.15	6.20	1.87	2.27
— 2...	4.49	1.10	5.59	1.91	2.31
— 7...	3.26	1.74	5.00	2.75	3.33

Los valores calculados según los precios de pesos 13, pesos 2 y pesos 0,50 por tonelada puesta en Tucumán, por cada porcentaje de amoníaco, ácido fosfórico disponible y no disponible, respectivamente serían:

	Pesos moneda nacional
Número 1.....	40.17
— 2.....	39.56
— 7.....	50.68

(1) El precio medio de los ingredientes fertilizantes se ha calculado a base de los precios corrientes (noviembre, 1922) con mucha estrictez; muchas veces es más alto que el indicado.

Por consiguiente, se ve que el valor de la cachaza producida por un ingenio durante la cosecha es considerable. Una fábrica que puede moler 2000 toneladas de caña por día, producirá al rededor de 16 toneladas de cachaza seca en las 24 horas. Según el término medio de las cifras dadas arriba, éste debe equivaler a cerca de pesos 720 moneda nacional. Por lo tanto, el valor como abono de la cachaza producida por un ingenio durante una cosecha de cuatro meses sería de 86.400 pesos moneda nacional. Es decir, según los precios corrientes la cachaza vale esta suma como abono.

Sin embargo, es dudoso que el ingenio deba venderla, pues bajo una administración racional de los cañaverales debe devolverse la cachaza a la tierra de donde, en efecto, fué sacada.

Es un hecho interesante e importante, demostrado hace mucho tiempo por Liebig, que al cosechar la mayoría de los productos de la tierra se saca de ella una porción de sus más importantes elementos. Mientras que la planta puede obtener del aire, carbono, hidrógeno y oxígeno, hay otros importantes elementos, especialmente el nitrógeno, ácido fosfórico y potasio, que deben sacarse del mismo suelo. Ahora bien: cada vez que en nuestros terrenos se cosecha cereales, frutas o vegetales, se aleja una considerable cantidad de estos valiosos constituyentes del suelo y, como siempre, se venden los productos; la única manera de hacer recuperar a la tierra tan valiosos elementos es devolviéndoselos en forma de abonos comerciales. Es decir, que tratándose de la mayoría de los cultivos, vendemos importantes constituyentes de la tierra conjuntamente con los productos. Entre las excepciones de esta regla se encuentra el azúcar. El azúcar se compone de carbono, hidrógeno y oxígeno, y la planta obtiene, como hemos dicho arriba, todos esos elementos, del aire. Por consiguiente, en un ingenio bien administrado no se quita nada al suelo. Bien es cierto que se sacan esos importantes elementos de la tierra cuando se cosecha la caña, pero en vez de venderlos con el producto principal, el azúcar, se los vuelve a recuperar en el despunte, en la cachaza, en el bagazo y en la melaza. Si se devuelven estos productos secundarios, inclusive la cachaza, la ceniza de bagazo y las heces de la destilación de melazas, al suelo, cada año, la tierra no pierde ninguno de sus importantes constituyentes, salvo una parte de nitrógeno si se quema el bagazo (1).

Se ve, pues, la importancia que tiene el uso de la cachaza como abono en la plantación de donde se saca la caña.

Si por razones especiales resulta imposible emplear la cachaza de esa manera, se la puede desecar en un aparato secador y después venderla, según los precios corrientes de abonos. Se procede así en algunas fábricas de azúcar de remolacha, en Alemania, y parece que ese procedimiento produce buenas ganancias (2).

Siguiendo este método, el cañero que vendiere su caña al ingenio podría comprar bastante cachaza para restituir a sus terrenos los ingredientes que le hubiere sacado.

Se conocen pocos experimentos que traten sobre el valor de la cachaza como abono, aunque es de práctica emplear la cachaza de esta manera. Tal vez la conveniencia de aplicar la cachaza al suelo ha parecido tan indiscutible que en muchas partes no se ha considerado necesaria la investigación de su utilidad en este sentido. Sin embargo, po-

(1) Si se aleja el despunte de los cañaverales para emplear como forraje, se sufrirá otra pérdida de nitrógeno, etc., a no ser que el estiércol, etc., de los animales se devuelva también al suelo.

(2) *Centralblatt Zuckerindustrie*, 18, 864, 1910.

demos citar algunos resultados obtenidos en Java (1), donde se consiguieron grandes aumentos de rendimiento con la aplicación de la cachaza al suelo. Experimentos realizados en Hawaii también han demostrado que la cachaza es beneficiosa como abono. En Tucumán también la cachaza como abono ha dado resultados muy satisfactorios.

Desde el punto de vista de la química, no hay la menor duda de que la cachaza tiene mucho valor como fertilizante, debido a su alto contenido de ácido fosfórico, nitrógeno, cal, etc., según los análisis dados arriba. Y como hemos dicho, puesto que se saca estos elementos del suelo, es de imprescindible necesidad que se les restituya tanto como sea posible si se desea conservar la fertilidad de la tierra.

Otras aplicaciones de la cachaza. — Entre otros usos que han sido propuestos para el aprovechamiento de la cachaza, es el de emplearla como materia prima para la preparación de una materia colorante. Nagashima sostiene, en efecto, que una materia colorante de alto valor comercial puede prepararse de la cachaza por el siguiente método: Se aleja la cal de la cachaza, haciéndola hervir con una cantidad suficiente de ácido nítrico o clorhídrico. Después se lava para eliminar el ácido; se agrega soda caústica y flores de azufre en cierta proporción al residuo, desecando la mezcla a temperatura moderada. Después se pulveriza y se calienta lo suficiente para volatilizar el exceso de azufre. El residuo consiste en una materia colorante de alta calidad.

De la cachaza se ha propuesto también la preparación de un carbón decolorante. En 1911, Hazewinkel descubrió que la carbonización de este subproducto, debidamente efectuada, produce un carbón de alto poder decolorante. Posteriormente, Sandmann propuso tratar el carbón de la cachaza con ácido clorhídrico, como también emplearlo en la siguiente manera especial: La cachaza se seca, se carboniza, y entonces se la hace hervir con un pequeño exceso de ácido clorhídrico. El carbón, así obtenido, se lava bien con agua. El ácido y las aguas del lavado contienen todo el ácido fosfórico de la cachaza; se las neutraliza con cal produciendo así un precipitado de fosfato de calcio, que puede emplearse como abono o como materia prima para la preparación del ácido fosfórico que se precisa en la clarificación. El carbón se agrega al melado o al jugo, juntamente con una pequeña cantidad de ácido fosfórico, seguido inmediatamente con suficiente cal para neutralizarlo. Pasa entonces, después de calentarse, a los filtros-prensa, donde el precipitado se separa con entera facilidad. La cachaza obtenida se emplea otra vez para la preparación de carbón, en la misma forma. Si este proceso resulta un éxito, haría innecesario el uso de carbones comerciales, que se venden a un precio muy alto. Es de notar que, según los informes, el carbón preparado de la cachaza es por lo menos de una eficiencia igual que la de los carbones vegetales en venta. Parece que el carbón preparado de una cachaza rica en ácido fosfórico es más eficiente que cuando tiene poco de este elemento.

Últimamente se ha patentado, en Java, un proceso de defecación de los jugos, que consiste en hacerlos hervir con un carbón de cachaza sin agregarles cal, ácido sulfuroso o substancia química alguna. El carbón, en este caso, se prepara calentando la cachaza en ausencia de aire a 450° C, tratándolo después con ácido clorhídrico como en el método Sandmann. El jugo tratado con el carbón se filtra, separando así el decolorante para ser revivificado. Esto se efectúa calentándolo de nuevo de 380° a 400° C en

(1) *Mededeelingen Java*, número 24, página 653.

ausencia del aire. La revivificación se practica después de cada vez de emplear el carbón.

La cera de caña. — Otro subproducto de interés es la cera de caña, substancia blanca, pulverizada, que se encuentra en el exterior de los tallos de la caña, especialmente cerca de los canutos. Esta substancia ha venido atrayendo la atención de los investigadores desde hace mucho tiempo.

Fué estudiada en los comienzos del siglo pasado primeramente, por Avequin, que le dió el nombre de cerosina, y la describió como una cera amarillenta, muy dura, con un peso específico de 0,961, y con un punto de fusión de 82° C. Más tarde, Dumas hizo un estudio químico de la substancia y llegó a la conclusión de que era un alcohol de la fórmula C. 24 H. 50 O; Lewey, que hizo de nuevo el trabajo de Dumas, dió preferencia a la fórmula C. 24 H. 48 O.

Hace varios años nos hemos interesado en el estudio de la cera de caña, y especialmente en la posibilidad comercial de su extracción. En experimentos preliminares se obtuvo la cera de algunas de las variedades de caña que se cultivan en Luisiana, raspando la corteza de los tallos. Se encontró que tenía la dureza, el punto de fusión etc., descritos por Avequin. Este resultado dió lugar a la consideración de las posibilidades comerciales de la extracción de la cera, pues sus propiedades, especialmente su dureza y el alto punto de fusión, la hacían un posible reemplazante de la cera Carnauba, que tiene un valor bastante alto, cerca de 1,50 pesos moneda nacional el kilo.

Como resultado del estudio realizado, se llegó a la conclusión de que se puede obtener la cera de la caña misma antes de la molienda, o después de la molienda, del jugo, que contiene una alta proporción de cera suspendida. Siguiendo el primer método, se sacará la cera raspándola, o por otro proceso mecánico siendo evidente que tal método producirá la cera directamente y en estado puro. Sin embargo, creo que no se ha proyectado todavía ningún proceso mecánico conveniente y práctico.

Wijnberg (1) propone que los tallos sean expuestos a movimientos vibratorios, a fin de separar la cera, la que sería llevada a un depósito conveniente por medio de una fuerte corriente de aire, pero parece que la aplicación de este método no ha tenido éxito todavía.

La cera que se encuentra suspendida en el jugo, se separa en la clarificación, y por consiguiente se halla después en cantidades considerables en la cachaza. Wijnberg (2) hizo una serie de investigaciones respecto al contenido de cera de las cachazas de Java. Encontró que contenían cerca del 12 por ciento de cera cruda que podía extraerse por medio de disolventes orgánicos, tales como el cloroformo, bisulfuro de carbono o tetracloruro de carbono, etc. La cera cruda se separó en dos fracciones, por cristalización de bencina, obteniéndose el 30 por ciento de su peso de la verdadera cera de caña, la que una vez refinada tenía las propiedades de dureza, alto punto de fusión, etc., que son características en la cerosina pura. Wijnberg fué de opinión que esta cera puede reemplazar a la cera Carnauba, en muchas, de sus aplicaciones.

El autor resolvió hacer una investigación sobre la cantidad y calidad de cera que contienen las cachazas de esta provincia. Con este fin obtuvo muestras de cachazas de varias importantes fábricas tucumanas. Las cachazas se secaron primeramente al aire, con el objeto de reducir el contenido de

(1) *U. S. Patent* 1.009, 615.

(2) *Chemiker Zeitung*, página 423, 1909; página 22, 1910.

humedad, y después se las redujo a polvo fino. Luego el contenido de cera cruda fué obtenido por extracción con cloroformo (1). Los resultados, juntos con los del contenido de humedad, se encuentran en el siguiente cuadro:

Cachazas	Contenido de humedad	Contenido de cera cruda
Número 1.....	9.26 %	10.86 %
— 2.....	13.86	11.54
— 3.....	8.40	11.82
— 4.....	24.98	11.95
— 5.....	4.18	11.41
— 6.....	25.82	11.60
— 7.....	9.56	12.85

La cera cruda así obtenida tenía un color verdoso, debido a la presencia de clorófila, y resultó mucho más blanda que la verdadera cera de caña, fundiéndose de 60 a 70° C. Consistía en una porción saponificable y otra no saponificable, siendo la primera una mezcla de las grasas, aceites, etc., que se encuentran en la caña, mientras que la segunda es la verdadera cera de caña. Por medio de cristalización fraccionada de bencina, el método recomendado por Wijnberg fué posible separar la cera de la caña de los demás constituyentes. La cera así obtenida, 30 a 35 por ciento del total, tenía un punto de fusión de 78 a 80° C. Tenía también la dureza y otras propiedades de la cerosina.

Este método de purificar la cera ha sido empleado por Wijnberg, en escala comercial, en una fábrica de Holanda. Él compraba la cera cruda a los ingenios (que la extraían de la cachaza por medio del alcohol) y la purificaba, produciendo la cera pura para la venta. Hubo un tiempo en que los ingenios de África del Sur extraían la cera cruda de la cachaza y la mandaban a esta fábrica de Holanda. Según los últimos informes, sin embargo, entendemos que la empresa fracasó después de algunos años de trabajo.

Si se pudiera separar la materia suspendida en el jugo antes de la defecación, naturalmente se obtendría una cachaza libre de los compuestos de cal producidos en dicho proceso, y, por consiguiente, sería también más rica en cuanto a su contenido de cera. Esto fué demostrado por Browne (1), que encontró que el precipitado producido por la sola sulfitación del jugo contenía 20 hasta 32 por ciento de cera cruda, de la que se podía obtener la cera pura de caña por cristalización y recristalización del alcohol. Sin embargo, hasta hace poco resultaba difícil e impráctico separar la materia suspendida del jugo crudo, como también del jugo sulfitado, pues estos líquidos son sumamente difíciles de filtrar. La llegada de la máquina centrífuga para el tratamiento de jugos, que parece inminente, ha de facilitar esta separación. El autor ha hecho varios experimentos con los productos separados, del jugo crudo, por medio de una centrífuga para jugos, en la cual las substancias suspendidas de diferentes pesos específicos se acumularon en depósitos separados. Se encontró que uno de los productos así separados contenía arriba del 50 por ciento de cera pura de caña. La cera podía obtenerse fácilmente de este producto, por extracción con alcohol, y resultó casi libre de las impurezas que se encuentran en la cera cruda proveniente de las cachazas. Después de una sola cristalización se obtuvo una cera pura de un punto de fusión de 82° C. Este procedimiento, pues, es el que más promete hacer posible la extracción económica de la cera. El jugo crudo, al entrar al ingenio, podría ser sometido en aparatos especiales a movimiento centrífugo, y la cera

(1) Cabe decir que esta extracción puede realizarse con alcohol, lo que resulta más práctico para los ingenios, que generalmente tienen también destilería.

(1) *Bulletin* 91, La.

cruda que así se separaría podría ser purificada en algún aparato continuo, por cristalización del alcohol desnaturalizado. Por lo tanto, ya que las centrífugas para jugos parecen haber llegado a un estado de perfección técnica y económica, podemos esperar que la extracción de cera de la caña por este procedimiento pueda resultar un éxito comercial.

Otro procedimiento que ha sido propuesto para extraer la cera es el patentado por Raymund Bunker. En este método, la caña, antes de pasar a los trapiches, se hace pasar, por medio de un conductor conveniente, por un tanque de agua hirviente, de tal manera que quede ésta enteramente sumergida. El agua del baño está en constante agitación. La cera se funde a esta temperatura y flota en la superficie del agua, pudiendo ser separada por los métodos comúnmente empleados en las industrias de las grasas (p. ej. : lanolina). El resto de agua se emplea en la imbibición. No solamente se separa la cera por este método, sino que también se reblandece mucho la caña a molerse, haciendo posible una mejor extracción con los mismos trapiches (1). Sería muy interesante experimentar con este proceso en Tucumán.

ELIMINACIÓN DE LA CACHAZA POR EL PROCEDIMIENTO THOMAS Y PETREE. — Antes de concluir este capítulo sobre la utilización de la cachaza, debemos hacer mención del nuevo procedimiento de Thomas y Petree, por el cual el precipitado que se produce en la clarificación de los jugos se separa lo más completamente posible por decantación, devolviéndolo, mezclado con esa parte del jugo que no se separa, a los trapiches.

Procedimientos semejantes han sido propuestos y probados en la industria durante muchos años sin resultado positivo; el método bajo discusión, sin embargo, es tan perfeccionado en sus detalles que, según los informes, está resultando un gran éxito en muchos países azucareros.

Se sostiene que produce una economía de 5 pesos moneda nacional por tonelada de azúcar producido, a la vez que simplifica el curso de la fabricación.

El propósito del procedimiento, como hemos notado, es el de evitar la necesidad de emplear los filtros-prensas en el ingenio, decantando los jugos defecados, y disponiendo de ellos por un nuevo método. En el proceso, el jugo del primer trapiche (con Krajewski) se recoge aparte, defecándolo y decantándolo como de costumbre. El jugo decantado y claro va a los efectos, mientras que las espumas y el fondaje de la defecación se mezclan con el jugo del segundo y los demás trapiches. Esta mezcla se somete a defecación y decantación aparte, y las espumas, etc., así producidas, son empleadas en lugar de agua de imbibición después del primer trapiche. El jugo clarificado de esta segunda defecación puede ir a los efectos junto con el jugo clarificado del primer trapiche, o puede mezclarse con el jugo crudo del primer trapiche.

Las ventajas de este proceso, según sus inventores, incluyen las siguientes :

Economía de mano de obra, telas, y todo gasto relacionado con la instalación de filtros-prensas;

Mejor extracción en los trapiches, sin aumento de la cantidad de agua de imbibición empleada ;

Aumento en el rendimiento de azúcar obtenido.

(1) Otra ventaja producida por este procedimiento sería que los jugos entrarían al ingenio por lo menos parcialmente esterilizados

CAPÍTULO III

La melaza

Extracción de la sacarosa. — Aprovechamiento indirecto del azúcar de las melazas. — Melaza solidificada. — Fabricación del alcohol de la melaza. — Los subproductos de la destilería : las « Colas y Cabezas ». — El anhídrido carbónico. — La levadura : Fabricación de la levadura comprimida. — La vinaza. — Aprovechamiento de la vinaza sin concentración. — Alcohol carburado ; natalite. — Fabricación de otros productos por fermentación. — Glicerina. — Acetona. — Ácidos. — El uso de la melaza como alimento. — Fabricación de alimentos comerciales. — Preparación de un carbón decolorante de la melaza. — Destilación seca de la melaza. — El uso de la melaza como combustible. — El empleo de la melaza como abono.

La melaza o la melaza final es el licor madre que queda después de la última cocción de las mieles, del cual es imposible extraer más azúcar por simple cristalización. Dado que contiene todavía de 30 a 35 por ciento de sacarosa, como también de 10 a 25 por ciento de glucosa, no es sorprendente que éste sea el subproducto del ingenio que más atención ha recibido aún desde los primeros tiempos, cuando la fabricación del ron siempre acompañaba a la del azúcar.

Sin embargo, en muchas partes del mundo no se produce la melaza final propiamente dicha. Por ejemplo, en Luisiana y ciertas partes de las Antillas británicas hay un mercado muy bueno para la miel de primera y a veces para la de segunda, para emplearla en el consumo humano, sola, o mezclada con la miel de caña. Frecuentemente resulta más provechoso vender el azúcar que contienen estas mieles, en esa forma, que extraer el azúcar para refundirlo o venderlo como bajos productos.

Hay ingenios que fabrican azúcar de primera (generalmente un producto blanco para el consumo directo) únicamente y miel de esta misma calidad, empleando así un procedimiento muy sencillo y conveniente especialmente para los ingenios de deficiente instalación.

En otros ingenios que además del azúcar fabrican una alta calidad de ron, resulta más provechoso convertir la miel de primera en este licor que extraer más azúcar de ella. Es así el caso en varios ingenios de Jamaica, Barbada y otras partes de las Indias Occidentales. Finalmente, se evita la producción de melaza también en aquellos ingenios primitivos que fabrican un azúcar de bajo grado que no es más que el jugo concentrado hasta el punto de solidificación, cuando solidifican juntos el azúcar y las impurezas de la caña. Este azúcar generalmente se llama panela, aunque es idéntica con un dulce que se vende en este país con el nombre de *chancaca*. Puede producirse en forma de polvo evaporando el jugo de caña hasta que tenga la concentración necesaria cuando se larga la miel gruesa en grandes fuentes o tanques de muy poca profundidad, donde, durante el enfriamiento, se la remueve continuamente con la maquinaria adecuada o con la pala. Preparado así, el azúcar tiene el aspecto de una harina de segunda calidad, y puede venderse directamente al público, aunque siempre a un precio más bajo que el de los azúcares corrientes.

Un producto análogo fabricado de la remolacha, en Francia, se llama *sucre complet*.

EXTRACCIÓN DE LA SACAROSA.— La gran mayoría de los ingenios del mundo tratan de sacar el mayor rendimiento posible del azúcar que contienen sus mieles, dejando así un producto (del cual se ha extraído todo el azúcar que puede hacerse cristalizar) que se llama melaza agotada o miel final.

La composición de esta melaza varía den-

tro de los límites bastante amplios, dadas las grandes variaciones en la eficiencia y los métodos de las diferentes fábricas. Como base de nuestros estudios de este subproducto conviene, pues, dar algunos resultados analíticos que demuestran su composición.

En los cuadros I, II y III se encuentra la composición de cuatro distintos tipos de melazas de los ingenios tucumanos, en diferentes años. En el cuadro IV damos la composición de diversas melazas de Java, y en el V de las mieles finales de Hawai.

CUADRO I

Composición de algunas melazas tucumanas (Cosecha, 1912)

	1	2	3	4
Brix	79.1	81.6	89.0	76.4
Polarizacion	31.0	27.2	33.6	34.0
Pureza aparente	39.2	33.3	37.7	44.5
Sólidos totales (refractómetro)	75.4	19.2	86.6	75.2
Sacarosa (Clerget)	34.8	36.6	37.4	37.8
Pureza real	46.1	46.2	43.2	50.3
Azúcares reductores	11.3	17.8	13.9	13.5
Nitrógeno	0.60	0.51	0.81	0.61
Cenizas	10.81	8.31	10.89	6.55
Sílice	0.30	0.27	0.41	0.22
Alúmina e hierro (Al_2O_3 y Fe_2O_3)	0.19	0.07	0.10	0.10
Cal (CaO)	0.66	0.44	0.77	0.33
Magnesia (MgO)	0.25	0.22	0.27	0.14
Potasa (K_2O)	5.46	4.59	5.66	3.55
Soda (Na_2O)	0.14	0.02	0.11	0.09
Ácido fosfórico (P_2O_5)	0.11	0.14	0.15	0.54
Cloro (Cl)	1.88	0.23	0.51	0.28
Ácido sulfúrico (SO_3)	1.34	0.72	1.19	0.30
Ácido carbónico (CO_2)	1.08	1.69	1.97	1.11

CUADRO II

Composición de algunas melazas tucumanas (Cosecha, 1914)

	1	2	3	4	5	6	7
Brix	79.7	76.9	81.2	82.1	83.2	82.4	82.4
Polarización	31.0	38.2	43.2	28.4	35.6	36.0	29.6
Pureza aparente	38.90	49.67	53.20	34.59	42.79	43.69	35.92
Sólidos totales	76.9	74.7	77.2	76.3	79.2	78.3	77.4
Sacarosa (Clerget)	36.41	42.00	46.12	35.98	42.92	43.39	37.24
Pureza real	47.34	56.22	59.74	47.15	54.19	55.41	48.11
Azúcares reductores	14.70	9.62	8.92	11.10	12.10	12.20	10.42
Nitrógeno	0.59	0.74	0.58	0.68	0.67	0.67	0.74
Cenizas	7.53	6.94	7.25	9.61	7.48	8.05	9.95
Sílice	0.167	0.150	0.174	0.110	0.118	0.140	0.171
Alúmina e hierro (Al_2O_3 y Fe_2O_3)	0.097	0.018	0.049	0.016	0.029	0.026	0.028
Cal (CaO)	0.873	0.718	0.344	0.383	0.900	0.961	0.637
Potasa (K_2O)	3.175	3.420	3.470	3.335	4.930	3.337	4.090
Soda (Na_2O)	0.160	0.740	0.600	»	0.238	0.350	0.380
Ácido fosfórico (P_2O_5)	0.218	0.286	0.216	0.187	0.165	0.203	0.198
Cloro (Cl)	0.625	0.638	0.552	0.677	0.620	0.642	0.535
Ácido sulfúrico (SO_3)	0.668	0.526	1.077	1.227	0.632	0.617	1.360

CUADRO III

Composición de algunas melazas tucumanas (Cosecha, 1915)

	1	2	3	4	5	6	7	8
Brix	76.2	80.2	82.8	83.9	86.5	80.4	83.1	77.6
Polarización	25.0	38.0	34.4	31.2	28.4	27.7	26,8	30.3
Pureza aparente	32.8	47.38	41.55	36.71	32.83	34.46	32.25	39.04
Sólidos totales	73.03	76.60	76.50	78.78	80.40	76.80	78.20	72.70
Sacarosa (Clerget)	31.90	43.37	39.50	37.40	33.00	36.40	34.20	34.60
Pureza real	43.68	56.62	51.63	47.47	41.04	47.39	43.73	47.58
Azúcares reductores	20.1	15.1	12.5	16.1	21.9	22.45	16.9	11.3
Nitrógeno	0.54	0.59	0.76	0.85	0.60	0.55	0.74	0.70
Cenizas	7 44	6.82	10.89	9.68	8.85	6.94	9.54	10.06
Sílice	0.25	0.21	0.46	0.40	0.35	0.26	0.31	0.30
Alúmina e hierro (Al_2O_3 y Fe_2O_3)	0.12	0.14	0.22	0.21	0.18	0.11	0.16	0.13
Cal (CaO)	0.71	0.46	0.72	0.82	0.97	0.38	0.95	0.64
Magnesia (MgO)	0.19	0.18	0.22	0.19	0.21	0.19	0.24	0.23
Potasa (K_2O)	3.34	2.96	5.18	3.87	4.11	3.26	4.05	4.93
Soda (Na_2O)	0.14	0.17	0.26	0.40	0.16	0.18	0.17	0.26
Ácido fosfórico (P_2O_5)	0.13	0.17	0.14	0.10	0.15	0.13	0.15	0.21
Cloro (Cl)	0.26	0.69	1.48	0.78	0.26	0.17	0.30	1.01
Ácido sulfúrico (SO_3)	0.64	0.80	1.22	1.04	0.81	0.66	1.26	1.21
Ácido carbónico (CO_2)	1.32	0.70	0.90	1·09	1.40	1.15	1.32	0.97

CUADRO IV

Composición de algunas melazas de Java

	1	2	3	4	5	6	7
Brix	95.61	86.42	87.39	85.64	87.02	91.92	88.32
Polarización	33.8	29.4	32.8	30.4	32.6	31.1	31.8
Pureza aparente	35.52	39.53	37.53	35.56	36.32	33.83	36.00
Sólidos totales	88.04	80.98	82.48	77.64	81.30	85.41	81.76
Sacarosa (Clerget)	40.65	34.10	36.52	37.65	38.43	35.80	36.05
Pureza real	46.17	42.11	44.28	48.50	47.27	41.92	45.35
Azúcares reductores	21.74	23.20	23.25	17.24	21.73	24.60	23.81
Cenizas	12.94	8.88	8.02	9.23	8.21	10.45	9.23
Sílice	0.21	0.27	0.18	0.15	0.16	0.22	0.15
Cal (CaO)	0.25	0.52	0.67	0.57	0.96	0.37	0.85
Magnesia (MgO)	0.29	0.17	0.20	0.07	0.16	0.15	0.17
Potasa (K_2O)	6.47	3.96	3.61	4.25	3.93	5.48	4.01
Soda (Na_2O)	»	»	0.02	0.57	0.20	0.12	0.04
Cloro (Cl)	2.52	0.52	0.42	0.38	0.34	0.99	0.64
Ácido sulfúrico (SO_3)	1.61	1.18	1.26	1.14	0.82	0.69	1.44
Ácido carbónico (CO_2)	1.09	1.39	1.33	1.61	1.69	2.27	1.60

CUADRO V

Composición de algunas melazas de Hawaii

	1	2	3	4	5	6
Sólidos totales	75.08	78.67	81.89	75.34	75.34	79.06
Sacarosa (Clerget)	39.12	36.72	33.20	35.23	34.58	36.95
Pureza real	52.09	46.60	40.54	48.09	45.90	46.61
Azúcares reductores	6.04	8.92	11.16	15.82	21.55	8.84
Nitrógeno	0.933	0.364	0.756	0.421	0.274	0.600
Cenizas	8.41	8.32	11.76	7.89	8.46	13.25
Composición de la ceniza (por ciento):						
Sílice	0.24	1.24	1.49	2.54	2.00	1.43
Alúmina e hierro (Al_2O_3 y Fe_2O_3)	»	1.90	3.31	1.47	1.32	0.98
Cal (CaO)	15.56	21.95	9.31	3.68	6.97	9.68
Magnesia (MgO)	9.13	11.85	9.97	5.58	5.93	4.67
Potasa (K_2O)	28.90	14.62	29.63	42.19	39.10	39.66
Soda (Na_2O)	1.44	1.39	0.90	3.30	2.75	1.69
Ácido fosfórico (P_2O_5)	2.88	1.90	3.30	1.87	1.68	1.30
Cloro (Cl)	14.58	8.22	16.21	27.29	26.65	23.56
Ácido sulfúrico (SO_3)	11.90	13.36	15.36	5.20	7.82	10.25
Ácido carbónico (CO_2)	18.93	25.43	14.31	12.76	11.81	12.22

Si bien esta melaza no produce más azúcar por cristalización, no han faltado tentativas para extraerla por otros métodos, sean químicos, sean físicos. Y esto especialmente porque para la melaza de azúcar de remolacha hay varios procedimientos para desacarificarla, procedimientos económicos que se emplean en gran escala con notable provecho.

Entre los métodos que son empleados comúnmente (o lo han sido) en la industria remolachera, los más importantes son: el procedimiento de osmosis, el proceso Steffens y el proceso de estroncia, de Schiebler. En el método de osmosis, la melaza se purifica permitiendo a las sales que se difusan por papel pergamino, lo que hacen mucho más rápidamente que el azúcar. Así se llega a eliminar de la melaza la mayor parte de las sales, y siendo que éstas son las substancias que retienen la sacarosa en solución, al eliminarlas se hace posible una mayor cristalización de azúcar. En el procedimiento Steffens, la melaza diluída se trata con un exceso de cal, en frío, precipitándose así la sacarosa en forma de trisacarato de calcio. Éste se separa por filtración, poniendo en libertad después la sacarosa por descomponer el sacarato con anhídrido carbónico. En el proceso de estroncia, se hace hervir la melaza diluída, cuando se precipita la sacarosa con hidrato de estroncia, en forma de un disacarato de estroncia. Éste se separa por filtración, descomponiéndolo después con anhídrido carbónico.

Al considerar la posibilidad de la económica aplicación de estos procedimientos a la melaza de la caña hay que tomar en cuenta dos factores. El uno, que la melaza de remolacha contiene una proporción de sacarosa considerablemente mayor que la de la caña, siendo su porcentaje el 50 por ciento en comparación con el 30-35 por ciento de la sacarosa en la melaza de la caña. Y el segundo, que la melaza de la caña contiene una alta proporción de glucosa, virtualmente ausente en la melaza de remolacha.

El procedimiento de osmosis puede aplicarse con éxito a la melaza de caña, pero no resulta económico por el alto costo del proceso y los bajos rendimientos obtenidos.

Respecto a los métodos químicos citados, muchas han sido las tentativas hechas para aplicarlos a la melaza de la caña. El autor, en 1912-1913, dedicó mucho tiempo a investigaciones de este problema, tratando de encontrar posibles condiciones bajo las cuales los procedimientos serían aplicables a la melaza de caña, pero con resultados enteramente negativos. Se dirigieron los trabajos en dos líneas generales: la de tratar de separar la glucosa y la sacarosa juntas, y la de separar la sacarosa sola de la melaza. En ningún caso llegamos a perfeccionar un procedimiento con probabilidades de éxito en gran escala. Muchos otros autores también han investigado este problema con los mismos resultados. Últimamente, el doctor Prinzen Geerligs ha hecho otra tentativa de aplicar el método Steffens a la melaza de la caña, pero enteramente sin éxito. Este resultado está confirmado también por Murke, una autoridad en la fabricación de azúcar de remolacha, que probó la melaza de caña en escala comercial en la instalación de desacarificación (Steffens) de un ingenio de azúcar de remolacha. Manifiesta que « la torta de sacarato también contenía una gran proporción de glucosato, que causó después la contaminación del jugo » (al cual se había agregado, según la práctica común, la torta de sacarato para ser descompuesto en la carbonatación.)

Las únicas investigaciones de esta naturaleza que han tenido resultados prácticos han sido las de Batelle, quien tuvo la feliz idea de eliminar la glucosa, que constituye

el factor que estorbe en la melaza, etc., haciéndola hervir con una alta proporción de cal. Sin embargo, Batelle aplica, generalmente, su procedimiento de destrucción de la glucosa que se encuentra en el mismo jugo, que sigue entonces el mismo curso de fabricación como el jugo de la remolacha. Para destruir la glucosa se agrega al jugo un 2 ó 3 por ciento de cal.

Ordinariamente en la fabricación de azúcar de caña un exceso de cal tiene, como es bien sabido, un efecto nocivo, pues al destruir la glucosa, se producen substancias de color obscuro, melasagénicas y de poca estabilidad. Pero por el procedimiento Batelle, en el cual el jugo alcalino en lugar de calentarse, por algunos momentos, se hace hervir vigorosamente por un tiempo considerable, se destruye no solamente toda la glucosa, sino también todos los productos nocivos e inestables que se producen por esta descomposición, obteniéndose así un jugo de alta pureza y claro color, que resulta muy apto para la fabricación de azúcar en todas sus fases. Por su procedimiento, pues, Batelle convierte el jugo de caña en jugo similar al jugo de remolacha, la melaza del cual, siendo libre de glucosa puede desacarificarse con la misma facilidad como en los ingenios de azúcar de remolacha.

Sin embargo, falta todavía comprobar la posibilidad de trabajar económicamente con este proceso, ya que el ingenio que lo emplea tendría que usar de 20 hasta 30 kilos de cal por tonelada de caña, en lugar de menos de un kilo que emplea actualmente. Podría resultar que este gasto fuese justificado, si la extracción de azúcar de la melaza resultase muy económica. Pero, por otro lado, tenemos que confesar que aun en la industria remolachera el proceso Steffens resulta bastante caro en operación, como lo evidencia el hecho de que las fábricas de California no desacarifican su melaza cuando pueden venderla provechosamente a las fábricas de alimentos compuestos para animales. Resulta probable, pues, que el procedimiento Batelle, tan interesante desde el punto de vista teórico, vendría a resultar poco económico en los países como la Argentina donde los ingenios tienen que comprar la cal a precios relativamente altos.

Otro método propuesto por los técnicos de la industria de la remolacha para separar el azúcar de la melaza, por precipitarlo en ácido acético glacial, ha sido probado repetidas veces con la melaza de caña, dando este procedimiento resultados enteramente negativos.

Un procedimiento muy interesante para extraer por lo menos una parte del azúcar que contiene la melaza final, ha sido propuesto por J. N. S. Williams. Este autor anuncia el descubrimiento de que cuando la melaza final se concentra a 99° Brix, se produce una cristalización de azúcar en la forma de un grano sumamente fino, representando casi la totalidad de la sacarosa en la melaza; y sostiene que se puede separar este azúcar, económicamente, por medio de centrífugas especialmente construídas para este fin. Para explicar este fenómeno, de acuerdo con la teoría de Geerligs sobre la melaza (según la cual la no cristalización del azúcar es debida a la formación de un complexo de sacarosa, agua y sales orgánicas de potasio), se supone que a la alta concentración de la melaza empleada por Williams, una parte del agua de este complexo se desprende, descomponiendo el compuesto y permitiendo la cristalización de la sacarosa. Los resultados de Williams son fuertemente disputados por Geerligs, que sostiene que la melaza final de la cual Williams extrae su azúcar, es melaza no agotada, y que si la melaza es bien agotada por los métodos de cocción empleados en Java,

no dará más azúcar por el procedimiento de Wiliams.

En todo caso, aun aceptando la exactitud de las observaciones de Williams y admitiendo que, por su procedimiento, una parte del azúcar puede separarse de la melaza agotada, parece que este método ofrece pocas probabilidades de aplicarse en gran escala. Esto se confirma por el hecho de que en los cuatro o cinco años que han pasado después de descubrirse el proceso, no ha podido ser aplicado en escala comercial.

APROVECHAMIENTO INDIRECTO DEL AZÚCAR DE LAS MELAZAS. — En vista de la dificultad de extraer económicamente el azúcar de la melaza, se han inventado varios procedimientos para convertirla en productos fácilmente separables, separando y vendiendo estos productos. El procedimiento de esta clase más usado es el de convertir los azúcares en alcohol etílico, por fermentación, separando el alcohol después por destilación. Este proceso de fabricar alcohol de las melazas es muy común en casi todos los países azucareros, siendo una operación fácil de realizar.

En la República Argentina, Méjico, y casi todos los países de Sud América, es costumbre que el ingenio tenga también su destilería. En cambio, en Norte América es un procedimiento general el de vender las melazas a grandes destilerías centrales. En dichos países la explotación de la melaza en esta forma es limitada por el consumo reducido del alcohol; de tal modo que todos los años solamente una parte de la producción de melazas puede utilizarse en esta forma. En efecto, algunos países productores de azúcar, como por ejemplo, Hawaii y Java, el consumo de alcohol es tan reducido que es una mínima parte de la melaza que se utiliza en esta forma. Es claro que se podría fabricar alcohol para la exportación pero su precio normal es tan reducído, los impuestos de aduana de los países importadores tan altos y su envase y fletes tan caros que, tratándose de países productores lejanos de los centros principales de consumo de Europa y Norte América, su explotación no resulta provechosa.

En vista de esto se inició en Java, hace ya algunos años, la práctica de exportar la melaza misma, para que sea convertida en alcohol en los países con alto consumo de este producto.

Al principio se trató de efectuar la exportación en bordelesas, o grandes tanques, pero fracasaron por el alto costo de estos envases, etc. y el peligro de pérdidas por derrames. Entonces se encontró que la melaza se podía convertir en un producto enteramente sólido, que resultaba fácil de exportar o almacenar sin envase especial.

MELAZA SOLIDIFICADA. — En este procedimiento se hace pasar primero por la melaza una corriente de vapor de agua que produce una espuma pegajosa, la cual se separa cuidadosamente con grandes espumaderas dejando la melaza clara y limpia. Entonces se la cocina en un tacho al vacío, llevando la concentración casi a la sequedad, terminando el proceso cuando una gota al caer en un vaso de agua, se vuelva dura y quebradiza, como vidrio, de modo que si se la deja caer sobre un piso de cemento se rompa en pedazos. La cocción tiene que realizarse con ciertas precauciones especiales. En primer lugar, es muy necesario evitar toda sobrecalefacción y descomposición, manteniendo un vacío constante y alto durante todo el proceso, y una temperatura baja y regular. Además, el tacho no debe llenarse más del 70 por ciento de su capacidad total para evitar el arrastre, pues se produce mucha espuma durante la cocción.

Cuando está completa la cocción, la que no debe durar más de tres horas como máximum, se enfría la masa en el mismo tacho lo más rápidamente posible (haciendo circular agua fría por las serpentinas etc.), hasta que tenga la temperatura de 60° C. Durante este enfriamiento se mantiene el vacío, dejando caer la masa espesa en canastos de bambú forrados con esteras hechas de hojas de palmera. Cada canasto tiene la capacidad de unos 90 kilos.

¿No sería posible fabricar este producto en Tucumán para exportalo a los países vecinos donde se lo convertiría en alcohol?

Esta melaza solidificada se vende también en trozos oblongos, pesando cada uno, aproximadamente, unos 75 kilos. Aun durante las estaciones más calurosas hay muy poca pérdida por derretirse el sólido. Los mercados principales son Holanda y las Indias británicas. En este último país, la melaza solidificada constituye la materia prima más importante para la fabricación del alcohol.

Fabricación del alcohol de la melaza. —Respecto a la fabricación de alcohol de la melaza, los procedimientos generalmente empleados son demasiado conocidos para detallarse aquí. Sin embargo, podemos dedicar algunas líneas a ciertos mejoramientos que han sido introducidos en esta industria durante los últimos años. Una de las mejoras más importantes es el empleo de levaduras en cultura pura. El valor de esta modificación ha sido reconocido ya hace muchos años, pero es relativamente reciente la invención de procedimientos y aparatos prácticos que permiten a las destilerías comunes, con personal sólo relativamente competente, la adopción de este método. En el proceso moderno, una parte de la melaza diluída, en lugar de ir directamente a las cubas de fermentación, pasa a un esterilizador automático, donde la esterilización se efectúa sometiéndola a una cierta temperatura por un tiempo determinado. Este mosto esterilizado se emplea para llevar a cabo la propagación, en cantidad suficiente, de la levadura pura, bajo condiciones que no permitan la contaminación con ningún organismo extraño. Esta propagación se efectúa en un aparato que consiste en dos cuerpos cerrados de más o menos 400 litros de capacidad cada cuerpo. En cada uno, después de ser bien esterilizado con vapor, se deja pasar unos 100 litros de mosto esterilizado, agregando un tubo de levadura en cultura pura, por un orificio tubular especial. Manteniendo la temperatura de los cuerpos a unos 30° C, la propagación de la levadura procede rápidamente. Después de cierto tiempo se permite entrar una nueva porción de mosto, que se agrega entonces poco a poco hasta que los cuerpos estén casi llenos. Cabe decir que durante todo este proceso ni el mosto ni la levadura están en contacto con el aire, quedando, pues, enteramente libres de infección por parte de microorganismos.

Cuando el líquido de los dos cuerpos mencionados está en plena fermentación, se extrae una parte, la que pasa a las tinas donde se produce la «semilla» o sea la cantidad de levadura necesaria para efectuar la fermentación en las grandes cubas. Estas tinas «de levadura», como se las llama, son de unos 40 hectólitros de capacidad cada una. En ellas se multiplica la cantidad de levadura, dejando actuar sobre un mosto esterilizado la levadura pura extraída del aparato especial.

Cuando la tina está llena de mosto que ha quedado en estado de fermentación vigorosa durante cierto tiempo, la masa está lista para emplearse como «semilla» en las grandes cubas de fermentación.

El aparato para producir la levadura fun-

ciona satisfactoriamente con la misma levadura durante muchas semanas, hasta que se tenga que vaciarlo, esterilizarlo e iniciar una nueva propagación a base de un nuevo tubo de levadura de cultura pura.

Ya que el uso de levadura de cultura pura se ha podido reducir a una base eminentemente práctica, está siendo adoptado por las destilerías de todas partes del mundo. Los ingenios de la Argentina han prestado poca atención, hasta la fecha, a este nuevo procedimiento, pero es de suponer que cuando se enteren de la factibilidad del proceso, como también de los grandes aumentos de rendimiento que se asegura, no perderán tiempo en adoptarlo.

Los subproductos de la destilería: las «colas y cabezas». — En la fabricación moderna de alcohol no hay necesidad de perder los subproductos, pues se han hecho grandes progresos respecto al aprovechamiento de ellos. Entre estos subproductos podemos incluir las colas y cabezas, la levadura, la vinaza y el anhídrido carbónico que se desprende durante la fermentación. Respecto a las colas y cabezas, mientras que es fácil la extracción de ellas de productos de alto valor, pocas son las destilerías que realizan su explotación en escala comercial. Entre las excepciones meritorias figura la de la «Colonial Sugar Refining Compay», de Australia, que ya hace años se dedica a la refinación de estos productos con mucho éxito. Cuando se toma en cuenta que el precio del producto principal de esta refinación, el alcohol amílico, es generalmente al rededor de cuatro pesos moneda nacional el kilo, se ve las oportunidades de buenas ganancias que ofrece su explotación.

El anhídrido carbónico. — Si todas las destilerías no suelen aprovechar todavía el gas anhídrico carbónico que se desprende durante la fermentación, no es por falta de procedimientos prácticos cuya eficiencia ha sido debidamente estudiada y comprobada. En estos procedimientos la fermentación se realiza en cubas o tanques cerrados, de unos cuatrocientos hectólitros de capacidad, refrigerados por una ducha continua de agua que cae sobre la superficie exterior. Este enfriamiento evita la volatilización del alcohol. El anhídrido carbónico que se desprende se hace pasar, por medio de bombas, a los aparatos de purificación. El gas, así purificado, se comprime en cilindros de 25 y 50 libras de presión. Así comprimido encuentra su fácil mercado entre los fabricantes de bebidas carbonatadas, y de aparatos para apagar incendios. También puede emplearse en lugar de amoníaco en aparatos de refrigeración, especialmente diseñados para usar con este gas. Se calcula que una tonelada de melaza da al rededor de 250 kilos de anhídrido carbónico.

Varios fabricantes de aparatos y maquinaria para destilerías venden instalaciones casi automáticas para la recuperación del anhídrido carbónico en escala comercial.

La levadura: fabricación de la levadura comprimida. — La levadura es un subproducto de tanto valor que hay muchas destilerías en donde figura como su producto principal, las que emplean procedimientos especiales para asegurar la máxima producción de esta substancia. La levadura tiene muchas aplicaciones, de las cuales la principal es como alimento para animales, siendo de gran valor en este sentido. En ciertos países tiene mucha venta para ser empleada en la preparación del pan, tanto del uso doméstico como de panaderías. Para dar una indicación sobre la importancia de este producto, citaremos la fabricación anual de Alemania (antes de la guerra), la

cual era de más de cuarenta mil toneladas de levadura comprimida.

Como subproducto de la destilería común, la levadura, separada del mosto fermentado, se purifica en centrífugas, prensándola entonces en filtros-prensa, y generalmente con la adición de una proporción de almidón, para obtener un producto realmente seco que puede conservarse durante mucho tiempo sin deterioro.

Como hemos dicho, la levadura comprimida es un producto de tanto valor que muchas fábricas se dedican a su manufactura como producto principal. Los procedimientos que se emplean en este caso son bien distintos de los de la destilería común, dado que su propósito es el de producir un rendimiento máximo, no de alcohol sino de levadura. Siendo que la fabricación de ésta es efectuada más comúnmente en las destilerías de grano, podríamos dar los métodos empleados en estas fábricas.

El proceso depende del hecho de que la levadura se desarrolla con el máximum de de rapidez y vigor en presencia de un exceso de aire: y también de que la separación de la levadura del mosto es más fácil y completa si éste es filtrado.

Se prepara un mosto, según los métodos comunes en la destilación de grano, a base mayormente de maíz, con una pequeña proporción de centeno. Preparado el mosto se lo deja un tiempo a la temperatura de 50° C, produciendo el principio de una fermentación espontánea de ácido láctico. Cuando la proporción de este constituyente llega a unos 0,6 por ciento, se esteriliza el mosto a 65° C y se filtra. Entonces se lo enfría rápidamente a 30 °C y se lo «siembra» con la levadura. (Debemos decir aquí que se han obtenido ciertas razas de levadura especialmente adoptadas para la fabricación de levadura comprimida, que da un producto escencialmente de buen gusto y olor.) La fermentación se efectúa en cubas especiales, provistas de tubos perforados, al efecto de hacer pasar una fuerte corriente de aire durante todo el proceso. A la vez, tiene serpentinas por medio de las cuales se mantiene la temperatura a 30° C. Durante unas veintiocho horas la levadura se multiplica notablemente, después, o sea cuando el azúcar está todo fermentado, su desarrollo cesa. Entonces se separa la levavadura por medio de separadoras centrífugas Laval, prensándola después con almidón en filtros-prensas.

Por este procedimiento se obtiene de 23 a 30 kilos de levadura comprimida por cada cien kilos de grano empleado. El alcohol que se produce (15-18 litros), se separa por destilación y rectificación.

La vinaza. — El último subproducto de la destilería es la vinaza, o sea el líquido fermentado después de haberse destilado el alcohol que contiene. La utilización de este producto sería conveniente no solamente por el provecho que podría resultar de su explotación, sino también por hacer innecesario el procedimiento de echarla a la acequia, arroyo o río más cercano, procedimiento que siempre tiene como resultado la emanación de malos olores que produce la descomposición de estas aguas, con el correspondiente fastidio y a veces perjuicios de los vecinos. Este último aspecto de la cuestión es muy importante también en vista de la posibilidad de la adopción de medidas legislativas en contra de la contaminación de las aguas de esta manera, especialmente en distritos bien poblados.

La composición de esta vinaza es casi idéntica a la de la misma melaza diluída, salvo que el azúcar de ésta ha sido destruída, en su mayor parte, por conversión en alcohol. Esta composición se desprende por el siguiente cuadro, que da el análisis de tres distintas muestras:

	I	II	III
Sólidos totales...	4.8	5.8	7.3
Nitrógeno.....	0.12	0.10	0.12
Cenizas.....	2.16	1.60	2.18

Las cenizas tienen la misma composición que las de la melaza, que ya vimos, y son pues especialmente ricas en potasa, la cual constituye aproximadamente el 50 por ciento. Y esta potasa es justamente el elemento más valioso por su gran importancia para abonar las tierras. También, en forma de carbonato, constituye una materia prima valiosa para la fabricación de jabones, etc.

Para aprovechar la vinaza podría evaporársela hasta la sequedad y usar el producto sin más tratamieuto, como abono, o se calcinará el residuo para eliminar las substancias orgánicas, obteniendo un producto relativamente más rico en potasa. Esta substancia podría ser empleada como abono, o también como materia prima para la fabricación de sales de potasa puras.

La Estación Experimental ha hecho estudios prolijos sobre estos procedimientos. Se encontró que la concentración de las vinazas se podía efectuar en los evaporadores comunes, hasta una concentración alta, cuando se tendría que recurrir a tachos abiertos para reducir la vinaza concentrada a un sólido. La calefacción necesaria en este caso se podría obtener empleando los gases de los hornos. Se encontró, sin embargo, que el producto así obtenido fué muy higroscópico, debido a la propiedad de absorber el agua que poseen los clururos etc., que contiene. Por otra parte, convirtiendo estas sales en sulfatos por medio de la adición de una cierta cantidad de ácido sulfúrico a la vinaza, se obtiene un producto no higroscópico y por eso bien adaptable al transporte en bolsas o barricas. Los siguientes resultados analíticos fueron obtenidos de una vinaza así desecada:

Nitrógeno (N).....	1.95 %
Ácido fosfórico (P_2O_5).....	0.24
Potasa (K_2O)	12.50

El potasio estaba presente principalmente en forma de sulfato. Se ve, pues, que este producto sería de un considerable valor como abono, conteniendo a la vez potasa y nitrógeno en cantidades importantes. Debe ser posible encontrar un buen mercado entre los cultivadores de hortalizas y tabaco, a un precio aproximado de pesos 110 (según los precios corrientes) por tonelada.

Es de hacer notar, también, que además del nitrógeno y potasa, la vinaza seca contiene una buena proporción de substancia orgánica, substancia productora de humus que da al producto un valor adicional.

En nuestras investigaciones realizamos también la calcinación de la vinaza sulfatada, obteniendo un producto mucho más rico en potasa, como lo demuestra el siguiente análisis:

Nitrógeno (N).....	0.0 %
Ácido fosfórico (P_2O_5).....	0.75
Potasa (K_2O)	37.5

Debe existir un buen mercado para este producto, o como abono concentrado de potasa (contiene como 69 por ciento de sulfato de potasio) o como materia prima para la preparación de sales de potasio comerciales. Estas sales se obtienen por cristalización fraccionada. Hicimos ensayos sobre esta cristalización, obteniendo de ellos tres fracciones, cuyos análisis fueron como sigue:

	I	II	III
Cal (CaO).....	16.1	1.1	—
Magnesia (MgO)	0.7	1.0	0.6
Soda (Na_2O).....	2.6	2.1	4.4
Potasa (K_2O).....	26.3	49.4	42.0
Ácido sulfúrico (SO_3).	46.7	45.6	44.7
Agua (H_2O).....	0.1	0.04	1.0

Es evidente que estos son los productos de una cristalización fraccionada cruda;

por cristalizaciones repetidas se podrían obtener sales de pureza más alta.

El problema más difícil relacionado con el aprovechamiento de la vinaza es el de la concentración económica de la misma. La evaporación en múltiples efectos, por ejemplo, ha resultado fácil en la práctica con vinaza de remolacha, pero no así con vinaza de caña, que produce mucha incrustación en los tubos. Aunque Horn sostiene que es perfectamente factible evaporarla hasta 36° Baumé en los efectos, también recomienda que se calcine el concentrado en un horno tipo *Kavan*.

Sin embargo Horn mismo, como también Bird y otros autores, prefieren el procedimiento de concentrar la vinaza directamente con gases calientes. En un proceso, por ejemplo, la vinaza va directamente a un horno especial *Porión*, donde queda concentrada y calcinada tan rápidamente como entre el horno. Bird concentra la vinaza primero con los gases calientes de los hornos, recibiendo después el producto concentrado en tarros de metal. Éstos se colocan entonces dentro del cañón de la chimenea, donde la vinaza se carboniza lentamente. El producto carbonizado, según Bird, contiene nitrógeno y ácido fosfórico además del potasio.

Para reducir el costo de la concentración de la vinaza, se ha propuesto el procedimiento de emplear en la fermentación mostos menos diluídos, usando tipos de levadura adaptados a mostos de altas concentraciones, de los cuales ya se han descubierto varios. Hoy día todas las destilerías que tratan de concentrar la vinaza después de la destilación trabajan con mostos bastante concentrados.

Antes de concluir este capítulo debemos hacer mención de un procedimiento patentado por W. P. Thompson con el fin de utilizar la vinaza. En este método se concentra la vinaza a 44° Baumé en un triple efecto, y el líquido concentrado, así producido, se mezcla con 30 a 35 por ciento de su peso de guano, o harina de huesos, bien molido.

La mezcla se trata con ácido sulfúrico de 66° Beaumé en cantidad suficiente para convertir los fosfatos en superfosfatos y los carbonatos en sulfatos. El producto, que al enfriarse es enteramente seco, constituye un abono completo, pues contiene nitrógeno, ácido fosfórico, potasa y substancia orgánica.

APROVECHAMIENTO DE LA VINAZA SIN CONCENTRACIÓN. — Dadas las dificultades que ofrece la concentración de la vinaza, se han hecho varias tentativas de aprovecharla sin evaporación. Un método propuesto por Deerr y Peck consiste en agregar cal a la vinaza, en proporción del 1 al 2 por ciento, separando el precipitado así formado por medio de filtros-prensa. Según los autores citados, de esta manera se puede obtener una torta dura y bastante seca, que contiene al rededor del 2 por ciento de nitrógeno.

Nosotros, sin embargo, al experimentar con este método no tuvimos resultados tan satisfactorios. En nuestros ensayos, la cal fué agregada a la vinaza en varias proporciones, tanto en frío como en caliente. En cada caso separamos el precipitado por filtración y analizamos tanto el filtrado como el precipitado seco. El siguiente cuadro da los resultados obtenidos:

Tratamiento	Nitrógeno en la vinaza Por ciento	Cal agregada Por ciento	Peso del precipitado, por 100 gramos de vinaza	Nitrógeno en precipitado seco Por ciento	Nitrógeno en el precipitado, por 100 nitrógeno en vinaza
Hervido (10 minutos).	0.148	2.5	2.86	0.574	11.1
En frío.....	0.148	6.0	3.00	0.560	11.3
Hervido.....	0.148	5.0	3.30	0.595	13.2
Hervido.....	0.148	1.5	1.84	0.840	10.7
En frío.....	0.30	1.8	2.40	1.10	8.8
En frío.....	0.30	1.8	3.80	1.50	19.0

De estos resultados se desprende que la cal servía tan sólo para precipitar la substancia nitrogenada de la vinaza en una proporción muy pequeña, resultando, pues, el método uno de muy poca promesa.

En Mauricio se han hecho estudios sobre el empleo de la vinaza como abono, sin someterla a concentración alguna, en vista de la posibilidad de usarla en la irrigación de los cañaverales. Se encontró que su aplicación a la caña dió positivos aumentos en caña y azúcar por hectárea.

La composición de la vinaza resultó ser, por análisis:

Azúcar invertida.....	3.7 %
Cenizas.....	3.3
Substancia orgánica..	10.97
(Inclusive nitrógeno 0.17 %)	

Es claro que la vinaza podría emplearse de esta manera para abonar tan sólo los campos cercanos a la destilería. Varios ingenios de Tucumán han empleado la vinaza en esta forma, informando algunos que ha dado positivos beneficios sobre la producción de caña.

ALCOHOL CARBURADO; NATALITE. — Hemos visto que en todos los países productores de azúcar de caña, el aprovechamiento de la melaza para la producción de alcohol queda reducido dentro de límites muy estrechos, por razón del mercado sumamente limitado del producto.

Pero el alcohol, además de su aplicación en la fabricación de licores para el consumo, es un combustible y disolvente de primer orden que fácilmente podría reemplazar a la nafta (gasolina), kerosene y al benzol en muchas de sus aplicaciones. Por esta razón se ha hecho mucho en el sentido de fomentar más y más su consumo en las industrias, ampliando así el mercado para el producto de las destilerías.

Sirve, en grado superior, como iluminante, por ejemplo. En este caso, siendo que el alcohol arde con una llama no luminosa, es necesario emplearlo con camisa Auer, o Welsbach, en el sistema llamado candente, o, en su defecto, agregarle substancias más ricas en carbón, como ser la trementina, naftalina, kerosene, etc. El consumo anual del alcohol para alumbrado ha llegado ya a proporciones halagüeñas; sin embargo, podría aumentarse, fuera de toda relación con lo actual, si los productores de alcohol tomaran las medidas necesarias con el fin de fomentar intensivamente el empleo de su producto en el alumbrado público y privado.

Es esta una tarea muy indicada para el Centro Azucarero del país, que, sin duda, resultaría de verdadero provecho para la industria.

Una aplicación más importante todavía es la posibilidad de emplear el alcohol en lugar de la nafta en los motores a explosión, y sobre todo en los automóviles. El alcohol desnaturalizado solo (es decir, hecho inapto para el consumo, como tiene que ser todo alcohol a venderse libre de impuestos, para fines industriales) puede usarse en estos motores, pero únicamente empleando un método especial para hacerlos arrancar, como ser, calentándolos o iniciando la marcha con nafta o benzol, etc. Para producir un combustible que pueda emplearse con la misma comodidad que la nafta, es necesario agregarle una cierta proporción de un combustible más volátil como ser éter, bisulfuro de carbono, benzol, etc., y en los últimos tiempos un sinnúmero de fórmulas han sido propuestas para la preparación de estos *Motor Spirits,* a base de alcohol.

Un descubrimiento reciente a este respecto es de especial interés para los ingenios azucareros. Consiste en que un substituto perfecto de la nafta puede prepararse, mezclando con el alcohol el éter en proporción de 44,9 partes por 55 de aquél, agregando también el 0,1 por ciento de amoníaco a fin de neutralizar los ácidos que en pequeñísima proporción se producen en la combustión. El punto de interés especial para el ingenio es, que mientras que los otros carburantes, como el benzol, el sulfuro de carbono, etc., tienen que adquirirse por compra para mezclar con el alcohol, *el éter puede prepararse del alcohol mismo, en la destilería del ingenio, y, aún más, por procedimientos enteramente automáticos. El aparato de destilación recibe el mosto y lo convierte directa y automáticamente en este alcohol carburado, o sea el substituto perfecto para la nafta en todas sus aplicaciones.*

Este alcohol carburado, patentado bajo el nombre de « Natalite », ha sido sometido a las pruebas más rigurosas, tanto por los técnicos como por los clubs automovilísticos, con los resultados más satisfactorios (1). Puede reemplazar a la nafta en un motor a explosión diseñado para este combustible, con igual o mejor eficiencia. No tiene efecto corrosivo alguno sobre el metal de los cilindros o válvulas.

Modificando debidamente la compresión y la carburación del motor, precisa menos consumo de combustible por HP-hora que la nafta. Asegura un arranque más fácil que con ésta, bajo todas las condiciones. No se congela a baja temperatura : una ventaja especial para los países fríos y para la aviación a grandes alturas. En caso de incendio puede extinguirse con agua, lo que no es posible en el caso de la nafta. Se calcula que puede fabricarse al costo de unos diez centavos por litro.

La fabricación del éter para mezclar con el alcohol se efectúa en las instalaciones modernas, como hemos dicho, automática y continuamente. En una forma de instalación empleada el proceso es como sigue (2). El alcohol va primero a un sobrecalentador, donde está volatilizado ; el vapor ahora entra por el fondo del eterificador, un cuerpo cilíndrico revestido con plomo, que contiene un número de bolillas sobre las cuales el ácido sulfúrico gotea lentamente.

Por la deshidratación del alcohol producida por el ácido, el éter se forma instantáneamente, pasando en seguida a una columna « Lavador » donde circula en dirección contraria una solución de soda cáustica, que neutraliza el poco de ácido que contiene. Así neutralizados los vapores entran en una columna de rectificación, donde el alcohol no convertido en éter se condensa, saliendo el éter de la columna en estado

(1) *International Sugar Journal,* página 150, 1921.

(2) *International Sugar Journal,* página 391, 1921.

casi puro. Para cada cien kilos de éter se emplea sólo 3 kilos de ácido y 14 kilos de soda. El éter va directamente al aparato mezclador, donde se combina con el alcohol y el amoníaco en las proporciones necesarias.

Recomendamos la atención de los fabricantes de azúcar sobre esta nueva aplicación del alcohol, ya que anualmente se tiran grandes cantidades de melazas, importándose a la vez al país enormes cantidades de nafta para los automóviles, etc.

Además de la « Natalite », varias otras mezclas de alcohol y éter han sido propuestas. Entre ellas merece mención la de J. P. Foster, que consiste : de alcohol 63 volúmenes, éter 34, kerosene 2 y anilina 1 volumen. Esta mezcla se recomienda para países tropicales o subtropicales ; para países fríos debe aumentarse la proporción de éter hasta el 45 por ciento o aún más. Sostiene que la necesidad de agregar una base, en este caso anilina (en el caso de la natalite es amoníaco), no es solamente para neutralizar las pequeñas cantidades de ácido formadas durante la combustión, sino también porque, aun en depósito, en la mezcla de éter y alcohol se producen lentamente ciertas reacciones químicas que resultan en la formación de ácidos. Según Foster, la presencia de anilina inhibe esta reacción y permite, por lo tanto, que el combustible pueda guardarse en depósito sin alteración. Este punto no es tratado en la literatura sobre « Natalite », pero es probable que el amoníaco tendría el mismo efecto inhibitivo respecto a este deterioro.

El procedimiento empleado por Foster para la fabricación del combustible difiere en algunos detalles del método de producir la natalite, pero parece que los dos son de igual éxito, sólo que la « Natalite » se fabrica mayormente en varias partes del imperio británico, mientras que el método Foster es casi el único usado en Norte América y sus dependencias.

Aunque no tenemos espacio aquí para detallar todos los otros alcoholes carburados que han sido propuestos durante los últimos años, podríamos hacer mención del método ingenioso de preparar un combustible para motores de explosión, patentado por Schreiber el año próximo pasado. Este inventor mezcla el alcohol comercial, nafta y kerosene en ciertas proporciones, y les agrega carburo de calcio. Como el alcohol comercial siempre contiene un cierto porcentaje de agua, ésta queda descompuesta por el carburo, formando acetileno, que se disuelve en el líquido, lo cual produce así un combustible conveniente para reemplazar a la nafta.

FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS POR FERMENTACIÓN. — Hemos visto que dadas las dificultades de extraer el azúcar que contienen las melazas, conviene convertirlo en productos fácilmente separables, y hemos notado que el alcohol es un importante producto de esta naturaleza. Pero el azúcar puede convertirse en otros productos de valor, por distintos procesos de fermentación, los cuales vamos a tratar en este capítulo.

Glicerina. — Es sabido que por la fermentación alcohólica de los azúcares de la melaza se forma también como subproducto una pequeña proporción de glicerina. Esta substancia se encuentra después en la vinaza, de la cual se la puede extraer de la siguiente manera : Se neutraliza la vinaza con cal, y se filtra. Se hace hervir el filtrado con cloruro férrico, hasta que no reduzca más la solución de Fehling. Entonces se agrega cal para precipitar el exceso de hierro, y después carbonato de sodio para eliminar el exceso de cal. El

líquido así purificado se filtra, concentrando y destilando el filtrado para obtener la glicerina pura.

Hemos dicho que la glicerina se produce en la fermentación sólo en pequeña proporción.

En estos últimos años, sin embargo, se ha encontrado que es posible aumentar en mucho esta proporción, efectuando la fermentación en presencia de substancias alcalinas. Adams y Eoff recomiendan, por ejemplo, la adición de carbonato de sodio al mosto, en proporción del 5 por ciento. Otros autores prefieren los sulfitos alcalinos o los bisulfitos. Otros todavía agregan además un agente reductor como los hidrosulfitos. Daremos unos detalles de los varios procesos propuestos.

Adams y Eoff emplean levaduras especialmente seleccionadas, las que se aclimatan a funcionar en el mosto alcalino, propagándolas en medios que contienen progresivamente más carbonato de sodio.

Después de la fermentación el mosto contiene al rededor del 3 por ciento de glicerina y 7 por ciento de alcohol. El alcohol se elimina por destilación en la forma usual, separándose la glicerina de la vinaza de la manera ya descrita.

Schweizer agrega al mosto, una vez iniciada la fermentación con levaduras fuertes, sulfito de sodio en proporción de 75 por ciento del peso de azúcar presente. Obtiene un rendimiento de 21 partes de glicerina por cien partes de azúcar fermentada.

Cocking y Lilly agregan durante la fermentación sucesivas cantidades de una mezcla de partes iguales de sulfito y bisulfito de sodio. Sostienen que de esta manera puede conseguirse que la glicerina resulte el producto principal de la fermentación. En un experimento el mosto contenía 360 kilos de glucosa. Se lo fermentó durante nueve días, agregando 18 kilos de levadura para iniciar la fermentación. Durante los primeros cinco días se añadió poco a poco una cantidad de la mezcla de sulfito y bisulfito equivalente a 246 kilos de sulfito de sodio. El rendimiento obtenido fué: glicerina 152 kilos, acetaldehido 79 kilos y alcohol sólo 17 kilos.

Una fábrica alemana agrega al mosto una mezcla de sulfito e hidrosulfito de sodio. Sostiene que se aumenta la producción de glicerina añadiendo también sales neutras de magnesio, aluminio, etc. (como por ejemplo los sulfatos y cloruros), como también los sulfatos de amonio y potasio. Obtienen un rendimiento de 33 por ciento de glicerina.

Acetona. — Hay varios organismos que fermentan el azúcar con la producción de acetona en proporciones relativamente grandes. Northrup emplea el *bacillus acetoethylicum,* aislado de papas viejas, que produce un rendimiento de 9 partes de acetona y 22,4 partes de alcohol por cada cien partes de azúcar fermentada.

El bacillus *Granalobacter pectinovorum,* según Weizmann, causa una fermentación de los azúcares con la producción de acetona y alcohol butílico.

Ácidos. — Una variedad de distintos ácidos puede fabricarse por la fermentación de la melaza.

En la fabricación del *vinagre,* por ejemplo, se puede usar un mosto fermentado de la melaza como materia prima; si bien es de una calidad menos buena que la de los mejores vinagres de vino, el producto tendría venta para ciertos usos.

También la destilería que puede fabricar más alcohol que el que puede vender como tal (por el mercado limitado), podría convertir una parte de su producto en el lla-

mado vinagre artificial, que tiene mucha venta en este país. Estos vinagres artificiales se fabrican por fermentación acética de soluciones diluídas de alcohol en agua.

El ácido láctico también puede producirse de la melaza, empleando ciertas modificaciones de los métodos comunes de preparar este producto por la fermentación de soluciones sacarinas. La melaza diluída se fermenta en presencia de carbonato de cinc, empleando, para iniciar la fermentación, el *bacillus acidi lactici* en cultura pura, o sino una mezcla de leche agria y queso podrido. La fermentación que se produce mejor a una temperatura de 40° a 45° C dura unos ocho días. El ácido láctico formado se combina con el cinc produciendo costras cristalinas de lactato de cinc. Éste se separa y se purifica por cristalización, descomponiendo después el lactato puro con el ácido sulfídrico. El ácido láctico queda en solución siendo el cinc precipitado en forma de sulfuro.

El ácido butírico se produce por un método semejante, pero dejando avanzar más la fermentación, pues el ácido láctico que se forma se convierte por una fermentación posterior en ácido butírico. Pero en este caso no se neutraliza el ácido láctico con carbonto de cinc que, como hemos visto, lo aleja de la solución en forma de un lactato insoluble, sino con carbonato de calcio, que produce el lactato de calcio soluble. Se deja seguir la fermentación durante varias semanas para obtener un mayor rendimiento del ácido butírico. Al final de la fermentación el butirato de calcio se encuentra en solución. El mosto se calienta a 80° C y se filtra agregando al filtrado carbonato de sodio para descomponer la sal cálcica. Ahora se filtra nuevamente, se concentra entonces la solución a un pequeño volumen y se trata con ácido sulfúrico. De esta manera se produce una capa oleosa del ácido butírico, el cual se purifica por destilación fraccionada.

El ácido butírico se puede producir también de la melaza por un procedimiento que debemos a Lefranc. En este método se agrega una porción de carbonato de calcio o magnesio a la melaza diluída, y se esteriliza la mezcla a 100° C. Entonces se produce una fermentación con cierto tipo de *Amylobacter*. El ácido que se forma se combina con cal formando butirato de calcio. Terminada la fermentación se concentra la mezcla, separando después por filtración el butirato. Descomponiendo éste con ácido sulfúrico, se obtiene el ácido butírico libre. Como subproductos ocurren también otros ácidos, especialmente acético, propiónico y valérico.

Es probable que la melaza podría emplearse también como materia prima en la fabricación del *ácido cítrico* por fermentación. En este procedimiento el mosto esterilizado se fermenta con el organismo *mucor piriformis* o también con ciertas especies de *citromyces*, en presencia de carbonato de calcio, que combina con el ácido producido. Al terminar la fermentación (que dura unas dos semanas), se separa el citrato de calcio para convertirlo en el ácido libre, por los mismos métodos empleados en la fabricación de este ácido del zumo de limón.

El uso de la melaza como alimento. Hemos visto (pág. 97) que en algunos países se fabrica una melaza mucho menos agotada que la verdadera melaza final, para el consumo humano. Este producto se vende directamente, o en algunos casos se emplea para mezclar con mieles superiores antes de ofrecerlas al mercado. Estas melazas o mieles se emplean para el consumo en la mesa, como también en la fabricación de ciertos tipos de masas, bizcochos etc.

Las melazas de segunda y de tercera de

los ingenios contienen un porcentaje de sales que se considera excesivamente alto como para ser empleadas en la alimentación humana. Por otra parte, su uso de esta manera ha sido ensayado en varias ocasiones, sin producir resultados perniciosos. En los experimentos clásicos realizados hace unos veinte años en Luisiana, se introducía durante varias semanas en la alimentación de un grupo de presos, en la cárcel de ese estado, una fuerte ración de melaza, controlando bien el estado de salud, etc., de los sujetos.

La melaza empleada no fué del todo agotada, pero no tenía más azúcar que la que contiene la melaza que se tira en muchos ingenios (1) todos los años. Su composición fué como sigue:

Sólidos totales	73.34 %
Sacarosa (Clerget)	44.15
Glucosa	15.88
Cenizas	5.41
Nitrógeno	0.215
Azufre como sulfitos	0.092
Azufre como sulfatos	0.112

En término medio, casi doscientos gramos por día de esta melaza fué consumida por cada preso. En el mismo ensayo había otros presos que comieron una miel de caña pura, para comparación, y además, los mismos presos estaban bajo observación también durante un período antes y después de introducir la melaza en la ración, con una dieta sin melaza.

El control de los resultados de los experimentos fué llevado por un grupo de eminentes médicos y químicos. La investigación comprobó que, lejos de tener un efecto perjudicial, la melaza produjo un aumento considerable de peso en los presos, quienes después de terminar el ensayo se encontraban en un estado de salud considerablemente mejorado.

No han faltado tentativas de someter la melaza a una purificación parcial, con el fin de hacerla más apta para el consumo, etc. Los procedimientos empleados han incluído varios métodos de clarificación: de diálisis para alejar una parte de las sales, y de blanqueo para mejorar el color.

Como ejemplo de un tal procedimiento, podemos citar el proceso patentado por H. C. Cutler, como sigue: Se invierte una parte del azúcar calentando la melaza diluída a 20° Brix con un ácido. Entonces se dializa para separar una porción de las sales, y se hace hervir en tachos abiertos para coagular y precipitar las impurezas nitrogenadas y otras. Después de filtrarse se concentra el líquido otra vez hasta tener una densidad de 75° a 80° Brix.

Pero es en la alimentación de los animales que la melaza tiene una importancia especial, aunque recién en los últimos años su valor a este respecto empieza a ser reconocido y aún ahora hay países azucareros como, por ejemplo, la Argentina, donde existen industriales que todavía están en duda sobre la conveniencia de emplear la melaza de esta manera.

Había al principio mucha oposición al empleo de la melaza como alimento para los animales. Esto resultó porque las primeras investigaciones que se realizaron fueron hechas con melaza de remolacha que es muy distinta en su composición a la de la caña, como lo demuestran los siguientes análisis típicos:

	Miel de caña	Miel de remolacha
Agua	20.93	23.70
Sacarosa	30.73	46.70
Azúcares reductores	29.67	0.60
Cenizas	8.85	13.20
Substancias orgánicas no azúcares	9.82	15.80

(1) Cf. análisis en las páginas 98, 99 y 100.

Se ve que la melaza de remolacha contiene mucho más substancias orgánicas no azúcares, y especialmente más sales, que la de la caña. De ahí se explica que la melaza de remolacha actúa como purgante y diurética, y que por lo menos según algunos autores tiene que darse a los animales con mucha precaución. Pero que la melaza de la caña no tiene este inconveniente ha sido demostrado repetidas veces. Podemos citar el clásico experimento realizado en las islas Fiji, donde a un gran número (400) de valiosos animales de trabajo (caballos) les fuera suministrada una ración de 6 a 14 kilos de melaza por día. El experimento siguió durante un período de más de dos años, sin producir ningún mal efecto en los animales; al contrario, los resultados fueron pronunciados excelentes.

En Luisiana, también, interesantísimos ensayos han sido realizados con caballos, mulas y ganado, con los mejores resultados, habiendo llegado a ser adoptado como práctica común en este país la alimentación con la melaza.

Hace varios años, una autoridad de Luisiana presentó a los industriales y cañeros de ese estado una serie de preguntas sobre sus experiencias con la melaza como alimento para los animales. Se preguntó a los agricultores si usaban melaza para este fin, alimentando a cuántos animales, a qué ración diaria, sola o mezclada, y si mezclada, con qué. Averiguaron también el efecto de este alimento sobre la salud, capacidad de trabajo, etc., de los animales, como también las opiniones sobre las ventajas y desventajas de usar la melaza en la alimentación.

Las respuestas indicaron que todos los agricultores empleaban la melaza en la alimentación de sus animales, o sola (en un bebedero) o mezclada con otros forrajes. Algunos daban la melaza a las mulas y caballos solamente, otros al ganado también. Las cantidades empleadas por animal, por día, variaban entre 1 y 10 kilos, siendo en término medio de cuarenta y siete agricultores, al rededorde 4 kilos. Su empleo resultó de una gran economía en la manutención de los animales (entre 10 y 50 por ciento), los cuales, según la opinión general, habían mejorado mucho de salud, siendo especialmente libres de las enfermedades dietéticas, los cólicos, etc.

En efecto, hoy en día la melaza está reconocida, tanto por los agricultores como por los técnicos, como una de las fuentes de hidratos de carbono más valiosas, más fácilmente digeribles y más baratas. Es claro que la melaza no es un alimento completo para los animales, pues éstos precisan una ración equilibrada, y por esta razón tienen que comer además un alimento que contenga substancias proteicas.

Un ejemplo de una ración diaria equilibrada que incluye la melaza, es la que se empleaba en Fiji:

Melaza.....	7.0 kg.
Afrecho de trigo	1.3
Maíz	1.8

Además, los animales comían despunte.

Otras raciones diarias típicas son las propuestas por Dalrymple.

Para caballos o mulas de trabajo (peso medio de 500 kg.):

A.	Melaza.....	5.0 kg.
	Torta de semilla de algodón..	0.9
	Maíz molido	3.6
	Heno de caupí	7.0
B.	Melaza.....	7.0
	Alfalfa seca.....	7.5

y para animales algo más grandes, con trabajo fuerte:

C.	Maíz.....	0.9 kg.
	Afrecho de arroz.....	3.6
	Melaza.....	3.6
	Alfalfa seca.....	7.0

Para vacas lecheras (peso medio 450 kg.):

A.	Melaza.....	4.5 kg.
	Afrecho de arroz.....	3.6
	Torta de semilla de algodón..	1.4
	Pasto seco (de gramas).....	6.3

Para invernar ganado:

A.	Melaza.....	4.5 kg.
	Cáscara de semilla de algodón	10.0
	Torta de semilla de algodón..	2.7
B.	Torta de semilla de algodón..	1.4
	Afrecho de arroz.....	3.6
	Melaza.....	4.5
	Pasto seco (de gramas).....	6.4

También para engordar cerdos, la melaza puede emplearse como un substituto parcial del maíz.

Al emplear la melaza como alimento, puede darse a los animales en un bebedero. Pero este método tiene la desventaja de que los animales se ensucian mucho con el líquido pegajoso. Más práctico, pues, es el método de absorber la melaza con un forraje o pasto seco, mezclando los constituyentes de la ración completa antes de darla a los animales, pues tanto los pastos secos como la harina de maíz, las tortas molidas etc., absorben bien la melaza. Otro producto muy útil para absorber la melaza es el mismo bagazo de la fábrica.

Hay algunos ingenios que durante la cosecha dan una parte de su melaza a los animales, tirando lo demás. Esta es una práctica poco lógica pues la melaza es un alimento tan valioso que no se debe desperdiciar nada de ella, hasta tener en depósito lo suficiente para emplear en la alimentación de sus animales durante todo el año. El costo de los calicantos que fuesen necesarios para este fin no tiene comparación con el valor de la melaza y con la economía que su empleo produce en la manutención de sus animales.

Fabricación de alimentos comerciales. — Pero esta aplicación de la melaza no se refiere solamente a los animales propios del ingenio. Puede ser usada también para preparar alimentos para la venta. Estos alimentos mezclados a base de melaza se fabrican hoy en día en gran escala, tanto en Europa como en Norte América, con la melaza de remolacha como también con la de la caña. En Norte América hay muchas fábricas que producen entre 50 y 500 toneladas diarias de estos alimentos, que gozan de gran popularidad en ese país.

El alimento más fácilmente fabricado en los ingenios es el Molascuit, un producto patentado por Hughes. Éste consiste en una mezcla de melaza y del bagazo del meollo de la caña, que absorbe aquélla en grandes proporciones. Existe en uno de los ingenios de Tucumán una instalación para la fabricación de este alimento, el que se produce en la forma siguiente: el bagazo de los trapiches se hace pasar por un tamiz rotatorio, que separa el bagazo fino o «bagacillo» del bagazo más grueso, que va a los hornos. El bagazo fino pasa entonces a un aparato secador, semejante al que se emplea para desecar los *schnitzel* de las fábricas de azúcar de remolacha. El bagacillo seco se mezcla con la cantidad de melaza que pueda absorber, o sea tres partes de melaza para cada parte de bagazo. La melaza empleada es de 45° Baumé, habiendo sido concentrada previamente a esta densidad en tachos abiertos. La mezcla se prepara en caliente, y al enfriarse el producto resulta enteramente seco.

El molascuit se transporta en bolsas: no se deteriora en depósito aun durante un período de dos años.

El único defecto de este alimento es su notable deficiencia en substancias proteicas, como lo demuestra el siguiente análisis:

Agua	13.98 %
Grasa	0.90
Cenizas	5.11
Fibra	5.64
Proteína	1.94
Azucares	55.94
Otros hidratos de carbono	16.49

y es probablemente por esta razón que tanto en Argentina como en el extranjero ha tenido poca aceptación.

Mucho más importantes son los alimentos «completos» a base de la melaza, cuya fabricación, como hemos dicho, representa hoy en día una verdadera industria. Los productos empleados para mezclar con la melaza son muy numerosos; incluyen los siguientes: maíz molido, afrecho de maíz, mazorca de maíz (molida), tallos de maíz (molidos), afrecho de trigo, avena y cáscara de avena, torta de semilla de algodón, afrecho de arroz, residuos de cebada de la cervecería, pulpa de remolacha, alfalfa seca y otros henos (finamente molidos o picados), paja, desecho de los molinos de trigo, cáscara de maní, sangre seca, etc.; a veces se agrega también una pequeña proporción de sal común con el objeto de mejorar el gusto para los animales. Cualesquiera que sean los productos empleados tienen que molerse o picarse finamente antes de mezclarlos en la melaza. Son varios los procedimientos empleados para fabricar estas mezclas. En un método la melaza se mezcla con los otros alimentos en frío; en otros, la melaza fría se agrega a los demás alimentos secados en un horno; en un tercero se calienta la melaza antes de mezclarla con los otros productos, y en otro proceso, todavía, los alimentos se secan después de efectuarse la mezcla. Para conseguir una buena mezcla, sin embargo, es necesario calentar la melaza antes de agregarla a los otros productos.

Estos alimentos se preparan principalmente de dos clases: una para caballos y mulas y la otra para vacas lecheras. La proporción de melaza empleada varía entre 10 y 60 por ciento. Las mezclas que contienen más de 25 por ciento de melaza se clasifican generalmente como «alimentos húmedos», no siendo artificialmente secados después de efectuarse la mezcla.

Los alimentos secados, o los que contienen menos del 25 por ciento de melaza, se denominan «alimentos secos». Los «alimentos húmedos» son generalmente pegajosos y de un color más obscuro que los «alimentos secos». Los siguientes análisis de Halligan (1) indican la composición de algunos «alimentos húmedos.»

	I	II	III
Proteína	11.69	15.95	6.52
Grasa	0.54	2.75	1.79
Hidratos de carbono	43.33	49.45	51.92
Fibra	19.23	10.86	14.97
Agua	16.41	16.10	14.20
Cenizas	8.80	4.89	10.60

Mezcla I: Consiste de dos partes de alfalfa seca, finamente picada, y una parte melaza de remolacha.

Mezcla II: Está constituída de harina de semilla de algodón, cáscaras de cebada de la cervecería y brotes de malta, con 30-40 por ciento de melaza de caña.

Mezcla III: Contiene paja picada, avena y cáscara de avena, maíz inferior y 30 o 40 por ciento de melaza de caña.

Los alimentos para vacas lecheras son generalmente más ricos en proteína que los para caballos y mulas. Las mezclas típicas que se encuentran en el comercio son las siguientes:

1ª Cáscaras de cebada de cervecería, brotes de malta, torta de semilla de algodón, 25 a 30 por ciento de melaza de caña;

2ª Maíz, afrecho de arroz, torta de semi-

(1) *Journal of Industrial & Engineering Chemistry*, volumen I, número 7, 1909.

lla de algodón y 15 a 30 por ciento de melaza de caña.

Los alimentos para caballos y mulas contienen una mayor proporción de hidrato de carbono y menos proteína como lo demuestran los siguientes :

3ª Mazorca de maíz, afrecho de arroz, torta de semilla de algodón y 15 a 30 por ciento de melaza de caña;

4ª Cáscara de cebada de cervecería, alfalfa seca, mazorca de maíz, torta de semilla de algodón y 25 a 30 por ciento de melaza de caña;

5ª Avena inferior y cáscara de avena, maíz y 25 por ciento de melaza de caña;

6ª Mazorca de maíz, alfalfa seca, afrecho de arroz, torta de semilla de algodón y 15 a 25 por ciento de melaza de caña.

Para comparación podemos dar otros alimentos a base de melaza de remolacha, que se venden en Alemania :

7ª Afrecho de trigo, sangre y melaza;

8ª Cáscaras de cebada de cervecería, sangre, afrecho y melaza.

9ª Pulpa seca de remolacha y melaza.

El siguiente cuadro da los análisis de estos productos :

Mezcla	Proteína	Grasa	Hidratos de carbono	Fibra	Agua	Cenizas
Primera. . . .	18.94	3.27	50.86	10.17	10.99	5.77
Segunda. . . .	18.31	6.63	49.38	8.30	9.72	7.66
Tercera.	11.98	5.89	51.79	11.15	11.05	8.14
Cuarta	12.69	5.80	55.23	9.12	9.72	7.44
Quinta	8.84	2.80	53.91	12.75	12.69	9.01
Sexta.	11.13	7.26	54.96	8.47	11.62	6.56
Séptima	24.62	1.04	53.02	7.02	7.33	6.97
Octava.	25.00	0.14	50.98	9.77	8.51	5.60
Novena.	8.90	0.35	59.45	14.40	9.00	7.90

Al principio, los fabricantes de alimentos a base de melaza tuvieron muchas dificultades, por razón del deterioro que sufrían sus productos durante el almacenaje. Los alimentos frecuentemente empezaban a fermentar después de unas semanas, volviéndose el producto inapto para el consumo. Investigando las causas de esta fermentación, sin embargo, se encontró en muchos casos que fué debida al empleo para hacer la mezcla de productos ya deteriorados, como también por contener el alimento demasiada humedad. Muchas veces la melaza empleada ha estado en fermentación antes de salir del ingenio, por cuya razón es siempre aconsejable hacerla hervir bien (para esterilizarla) antes de mezclarla con otros productos. En una palabra, se encontró que empleando productos no deteriorados como constituyentes de la mezcla, esterilizando la melaza antes de usarla y reduciendo la humedad de la mezcla dentro de límites juiciosos, se podía asegurar la producción de una mezcla que no se deterioraba en depósito.

Cuando las mezclas contienen sangre, en los países tropicales o subtropicales, tienden a deteriorarse durante el almacenaje con mucha facilidad. Esto se evita, sin embargo, secando bien el producto y evitando las proporciones demasiado altas de sangre en los productos.

El uso de la melaza ofrece al fabricante sin escrúpulos una excelente oportunidad para introducir en sus alimentos toda clase de substancias sin valor, o aun nocivas, quedando disfrazadas éstas por la melaza que contiene la mezcla. Semillas de malas hierbas, cáscara de avena, granos de maíz, etc., podridos, barreduras de los molinos, etc., son ejemplos de tales substancias. Aun un alimento que demuestra un buen análisis químico puede contener estos materiales inferiores, si tiene además substancias de alto contenido de proteína, para dar a la mezcla total un porcentaje regular de este constituyente.

Aunque en este país los alimentos para animales son relativamente abundantes y

baratos, el autor opina que debiera haber aquí un buen mercado para estos alimentos compuestos a base de melaza. Podría fabricarse, por ejemplo, a base de melaza, bagazo y afrecho de arroz o trigo (tres productos de desecho en Tucumán) un alimento completo de alta calidad, que podría venderse a un precio bastante moderado. O simplemente mezclando la alfalfa seca y molida con la melaza se produciría un alimento verdaderamente de primera para los animales, que por cierto debiera tener un buen mercado, tanto en la exportación a países vecinos, como ser Bolivia, como para emplear en el país mismo. Pues mientras que, por supuesto, nuestros agricultores suelen producir el forraje, etc., necesario para la alimentación de sus animales, se venden en el país inmensas cantidas de alfalfa seca y maíz para el consumo interno, y los compradores de estos alimentos serían los clientes, en perspectiva, de la fábrica que produzca los alimentos a base de melaza. Pues no debe olvidarse, como lo manifiesta una autoridad norteamericana, que un kilo de melaza casi equivale a un kilo de maíz.

Preparación de un carbón decolorante de la melaza. — Durante muchos años la melaza tenía una aplicación algo importante en la fabricación de pastas negras para lustrar zapatos. Estas pastas fueron producidas por la acción del ácido sulfúrico concentrado sobre la melaza, el azúcar de ésta siendo carbonizado por el ácido. Una patente reciente de Lyon y Peck recuerda a esta vieja aplicación, pues ellos preparan un *carbón decolorante* por el mismo método, es decir, tratando la melaza con ácido sulfúrico.

Después de carbonizado se lava el producto, obteniendo así un carbón, según los inventores, de alto poder decolorante. Protegido por la misma patente, hay otro producto que se obtiene carbonizando de la misma manera una mezcla de melaza con Kieselguhr, pómez o carbón de leña. El carbón así obtenido se recomienda especialmente para llenar filtros, para purificar aguas, etc. Según sus inventores, este carbón es de gran valor como clarificante y decolorante de los jugos, melados, etc., en la fabricación de azúcar. En los experimentos efectuados en Hawaii se hacía pasar los jugos clarificados por filtros-prensa de un tipo especial, llenos de este carbón. Se observó que los jugos así tratados no solamente perdieron la mayor parte de su color, sino que también sufrieron un notable aumento de pureza. Además, la concentración de los jugos en los efectos fué muy acelerada, y como después de muchos días de funcionamiento los efectos estaban enteramente libres de incrustaciones, se concluyó que el carbón había separado del jugo la mayor parte de aquellos constituyentes que suelen depositarse en los tubos de las calandrias. El carbón parece ser también económico en su uso, pues cuando pierda una parte de su poder purificante después de haber actuado sobre mucho jugo, puede regenerarse notablemente por un simple lavado con agua caliente y vapor. Aun después de ser regenerado parcialmente de esta manera siete veces, conservó en proporción regular su acción purificante. Después de usarse así varias veces, se le puede revivificar completamente tratándolo de nuevo con ácido sulfúrico.

Destilación seca de la melaza. — Varias tentativas se han hecho durante los últimos años para efectuar en escala comercial la destilación seca de la melaza, obteniendo de esta manera un gas para alumbrado, calefacción o fuerza y las sales de potasa que contiene la melaza. Sin embargo, el que subscribe no conoce ningún

caso en el cual la tentativa haya tenido éxito económico. Recién hace tres o cuatro años dos ingenieros de Java, Schweizer y Schenk, han patentado un nuevo procedimiento de realizar esta destilación, pero todavía no se han recibido noticias sobre el éxito de su proceso. Pero no deja de ser muy interesante la posibilidad de aprovechar la melaza de esta manera, especialmente tomando en cuenta los otros productos que resultarían de la destilación, como ser ácido fórmico, aldehido, acetona y carbón de coque. Es probable que extrayendo este último con agua acidulada para eliminar las sales, resultaría un carbón decolorante de algún valor.

El uso de la melaza como combustible. — El valor calorífico de la melaza ha sido estudiado por varias autoridades. Norris, por ejemplo, trabajando con melazas de al rededor de 80 por ciento de materia seca, encontró valores entre 2643 y 2853 calorías. Hoogewerf obtuvo el valor de 2930 calorías, investigando melaza de 19,4 por ciento de agua.

El uso de la melaza como combustible, pues, parece indicado cuando ninguna aplicación más provechosa es posible. De esta manera, pues, se puede aprovechar también las cenizas, que tienen, como hemos visto, un alto contenido de potasa. Pero esta aplicación de la melaza presenta serios problemas. Es muy poco satisfactorio quemarla mezclada con el bagazo, pues de esta manera se forma una escoria muy molesta en las rejas, y en las cámaras de combustión, de las cuales su separación es muy difícil. Por otra parte, varios hornos especiales que se han probado han resultado bastante deficientes. Sin embargo, parece que en algunos ingenios de Hawaii y de Java las dificultades han sido subsanadas.

El procedimiento empleado en el ingenio Kahuku, de Hawaii, es como sigue: (1) El horno tiene una reja chata del tipo mecedor, con una superficie de unos tres metros cuadrados. Colocado a unos dos metros y medio arriba del centro de la reja hay un rollo de fierro colado que se extiende por todo el ancho del horno. Exactamente arriba de este rollo hay ocho embudos, por los cuales caen corrientes de melaza final, fría. Puede darse a este rollo un movimiento giratorio. Para hacer funcionar el horno se carga primero con leña, y cuando esté en plena combustión se hace girar el rollo lentamente, permitiendo caer al mismo tiempo la melaza de los embudos. La melaza cae sobre el rollo, donde se seca y se carboniza. En poco tiempo el rollo queda cubierto de una cantidad de carbón que por su peso se desprende poco a poco, cayendo en la reja donde arde, produciendo un calor intenso que siendo reflejado por las paredes, etc., del horno, mantiene el rollo y el carbón allí pegado en un estado de incandescencia.

La ceniza se aleja de las rejas para emplearse como abono. Se calcula que la ceniza así obtenida de una tonelada de melaza, contiene unos 15 kilos de potasa.

Otro tipo de horno para quemar la melaza es el patentado por van Vloten, von Stietz y Marsman, en Java (2). En este invento, la melaza se calienta en un tanque colocado arriba del horno; la melaza entra a éste por un orificio en el tanque, pudiéndose graduar la salida de la misma. Un tubo de fierro pasa por el tanque, por el cual pasa una porción de los gases del horno al efecto de calentar la melaza hasta el punto de ebullición. Se inicia el fuego, en el horno, con leña; en cuanto está en plena combustión se abre el tarugo del tanque de la melaza, permitiendo así que una corriente de

(1) *International Sugar Journal*, página 143, 1922.

(2) *International Sugar Journal*, página 166, 1922.

ésta caiga al horno. Dentro de éste se encuentra un número de rejas colocadas a una cierta distancia, una encima de otra, funcionando éstas como el rollo en el horno descrito de Kahuku, para interrumpir la caída de la melaza.

Al caer de una reja a otra, la melaza se seca y carboniza, desprendiendo gases combustibles, que arden con la producción de un calor intenso. El carbón cae encima de las rejas inferiores, donde también entra en combustión. Las cenizas que se sacan del horno se aprovechan como abono potásico, o como materia prima para la fabricación de sales de potasa.

Con estos tipos especiales de hornos, la combustión de la melaza puede efectuarse con eficiencia y economía.

El empleo de la melaza como abono. — Ha habido mucha discusión sobre la posibilidad de emplear la melaza como abono, y muchas han sido las investigaciones que se han realizado a fin de determinar prácticamente los resultados a obtenerse de este método de utilizar este subproducto. Los resultados, sin embargo, han sido muy contradictorios. En Mauricio varios experimentadores han encontrado que la melaza aplicada como abono a la caña da positivos beneficios, y, en efecto, ha llegado a ser práctica general en ese país abonar sus tierras de esta manera. También en Java las aplicaciones de melaza al suelo han producido fuertes aumentos en la cantidad de caña y azúcar producida por hectárea. Por otra parte, otros investigadores, como por ejemplo Harrison, en la Guayana inglesa, han obtenido resultados puramente negativos.

Hay dos puntos notables en los resultados de todas estas investigaciones. En primer lugar, tenemos el curioso contraste entre los resultados de unos y otro experimentadores; y en segundo tenemos el hecho de que cuando la melaza ha dado aumentos de producción de caña, éstos han sido mayor, por mucho que lo que correspondería a la proporción de elementos fertilizantes, nitrógeno, potasa y ácido fosfórico que ella contiene. El mayor constituyente de la melaza, como se verá de los análisis en las páginas 98, 99 y 100, es el potasio, el elemento al cual la caña de azúcar menos responde. La proporción de nitrógeno es bastante baja, y no todo esto es fácilmente asimilable, como lo demuestra el siguiente análisis (1) de una melaza de Luisiana:

	Por ciento
Nitrógeno como albuminosas y peptonas..	0.0153
— como amido-ácidos.....	0.1774
— como amidas de amido-ácidos..	0.0672
— como amoníaco.....	0.0147
— como nitratos.....	0.0370
— como bases nitrogenadas (xantina, etc.).....	0.1113
Nitrógeno en otras formas.....	0.0441
Total.....	0.4670

Se desprende de este análisis que la melaza sólo contiene un 0,30 por ciento de nitrógeno rápidamente asimilable por las plantas, una proporción demasiado reducida para corresponder con los apreciables aumentos de producción obtenidos empleando la melaza como abono.

Parecería, pues, en vista de los resultados caprichosos, y a veces desproporcionadamente buenos, dados por la melaza, que hay otro factor que todavía no hemos tomado en cuenta, y efectivamente es éste el contenido de *hidratos de carbono* de la melaza.

Es bien conocido que un método de aumentar el contenido de nitrógeno en el suelo es por la acción de ciertas bacterias, por ejemplo *Bacillus radicicola,* bacterias

(1) *Bulletin,* 91, La.

que viven en simbiosis con las plantas leguminosas. Pero otras bacterias existen en el suelo, que tienen la propiedad de asimilar el nitrógeno del aire en beneficio de la tierra. Por ejemplo Bertholet demostró, en un experimento, que el resultado de dejar un cierto suelo bien aireado en barbecho durante siete meses fué un aumento de 0,024 por ciento en su contenido de nitrógeno. Esta acumulación de nitrógeno ha sido muy estudiada durante estos últimos años, y ha podido comprobarse definitivamente que es debida a ciertas bacterias, especialmente *Clostridium pasteurianum* y las varias especies de *Azotobacter* que constituyen una excepción a casi toda otra forma de planta en poseer las propiedades de asimilar el nitrógeno directamente del aire.

Además, estas bacterias requieren las substancias orgánicas, especialmente los hidratos de carbono, para sostener su vida, y se ha demostrado que si la cantidad de estas substancias disponibles se aumenta, sigue como resultado un aumento de la actividad de estos organismos. Es esta la razón, ahora generalmemente aceptada, por qué el desarrollo de los *Algae* en un suelo produce una acumulación de nitrógeno; los *Algae,* en virtud de su clorófila asimilan el anhídrido carbónico, elaborando hidratos de carbono, los cuales son parcialmente disponibles para los *Azotobacter,* que muestran mayor desarrollo y actividad, aumentando en mayor grado el contenido de nitrógeno en el suelo.

La actividad de estos organismos se aumenta también si se agrega al suelo hidratos de carbono solubles. Esto puede demostrarse fácilmente por el siguiente experimento: Se colocan dos platos, cada uno conteniendo 500 gramos de tierra, algo húmeda, en una pieza caliente (33° C) y húmeda, dejándolos durante unas tres semanas. La tierra que se emplea en los dos platos es la misma, solamente a una se agrega 20 gramos de azúcar de caña antes de iniciarse el experimento; a la otra no se agrega nada. Se determina el contenido de nitrógeno del suelo de cada plato al principio y a la conclusión del ensayo. Se encontrará que el suelo que ha sido tratado con azúcar ha sufrido un aumento apreciable en su contenido de nitrógeno, y en efecto, que este aumento es proporcional a la cantidad de azúcar empleada, siendo que cada gramo de ésta produce un aumento de dos a seis miligramos de nitrógeno. Experimentos de esta naturaleza han sido realizados por varios investigadores, como por ejemplo Berthelot, Winogradski y A. Koch, con resultados parecidos. Mientras que no sabemos que tales experimentos hayan sido efectuados con melaza, no hay razón para suponer que el azúcar que este producto contiene no tendría el mismo efecto.

No es difícil de entender, pues, por qué en algunos experimentos sobre la aplicación de la melaza, como abono, los resultados fueron mejores que lo que correspondería al contenido de elementos fertilizantes de dicha substancia. La melaza suministró los hidratos de carbono a los *Azotobacter,* los cuales en consecuencia volvieron a ser más numerosos y más activos, asimilando el nitrógeno del aire, en proporción a la cantidad de azúcar agregada al suelo en la melaza. Si en estos experimentos el contenido del nitrógeno del suelo hubiera sido determinado antes y después de cada ensayo, es muy probable que se habría encontrado un aumento apreciable en el contenido de este elemento.

Esta acción bacteriana explica también los resultados negativos obtenidos por ciertos experimentadores. En primer lugar, al mismo tiempo que las bacterias absorben el nitrógeno del aire, convierten los azúcares en ácidos, especialmente en ácido butí-

rico, de tal modo que si el suelo no contuviera suficiente cal u otras bases para neutralizar estos productos, la tierra volvería a ser ácida y esta acidez neutralizaría el buen efecto del aumento del contenido de nitrógeno del suelo sobre las plantas. Además, en presencia de estos ácidos libres el desarrollo de bacterias beneficiosas mismas queda restringido, reduciendo así la proporción de nitrógeno asimilado.

Pero, además, es sabido que la adición de azúcar a un suelo puede tener, bajo ciertas condiciones, el efecto de estimular las bacterias *desnitrificantes,* que ponen en libertad una parte del nitrógeno, en forma de nitrógeno gaseoso que escapa al aire, y otra parte se convierte en substancias complejas de una difícil asimilación para las plantas. Al agregar la melaza al suelo, pues, es necesario evitar las condiciones que favorecen la *desnitrificación.* Estas condiciones son: 1ª la presencia de nitratos; 2ª un suelo mal aireado; y 3ª la presencia de una gran proporción de hidratos de carbono. Es decir, pues, que para evitar resultados negativos en la aplicación de la melaza al suelo es necesario cuidar que este suelo: 1° esté bien aireado, es decir en un buen estado de cultivo, con la tierra bien suelta; 2° no haya sido abonado recientemente con abonos nitrogenados solubles, como sea nitrato de sodio o sulfato de amonio; y 3° no contega una alta cantidad de bagazo, estiércol, restos de plantas leguminosas, etc., recién incorporadas al suelo y todavía imperfectatamente descompuestas. Evitando así la desnitrificación y agregando al suelo suficiente cal (si es necesario) para neutralizar los ácidos producidos por las bacterias nitrificantes, se puede esperar que la melaza siempre dará resultados satisfactorios como abono.

En el cultivo de la caña el mejor método de emplear la melaza como abono es el de aplicarla a los surcos de unas tres a seis semanas antes de plantar la caña cuidando que en el fondo de los surcos haya una buena cantidad de tierra bien suelta, previamente encalada si esto fuera necesario. Durante el intervalo entre la aplicación de la melaza y la plantación de la caña, sería conveniente remover un poco el suelo tratándolo con un instrumento adecuado, o la pala.

La aplicación de la melaza como abono a los cañaverales ya establecidos debe efectuarse con ciertas precauciones para evitar que los ácidos producidos por la fermentación dañen las raíces de la caña. El mejor procedimiento es el de « centrar » y descostillar los surcos bien temprano, por ejemplo en la primera quincena de agosto, aplicando la melaza a los surcos hechos por la descostillada. En este caso también la tierra debe aflojarse una o más veces durante el curso de la fermentación de la melaza.

Un método interesante para aprovechar la asimilación de nitrógeno por los *Azotobacter,* estimulándolos con melaza, ha sido propuesto hace poco por Wilkening. La melaza diluída a una densidad de al rededor de 10° Baumé, se hace absorber por turba pulverizada, hasta que esté bien saturada. La turba se inocula entonces con *Azotobacter* en cultura pura (o sino con una cultura de las bacterias que se encuentran en el estiércol en descomposición). Se produce una fermentación que se mantiene en buena marcha agregando de vez en cuando cantidades adicionales de melaza. Cuando se haya producido el porcentaje deseado de nitrógeno en la turba, se hace terminar la acción de las bacterias, secando la turba o tratándola con ácidos diluídos.

APÉNDICE

Empleo de la caña fuera de la fabricación del azúcar

La caña como artículo de consumo. — Jugo de caña. — Miel de caña. — Guarapo. — Fabricación del alcohol directamente del jugo de la caña.

La caña como artículo de consumo. — Una pequeña industria de alguna importancia es la producción de ciertas variedades blandas y poco fibrosas, para la venta directa para chupar. Las clases de caña que se emplean con este fin son, generalmente, la *india,* la *cayanna,* y aun la caña criolla rayada y morada. Las cañas de Java (P. O. J. 36 y 213), ahora generalmente plantadas en esta provincia, son inaptas para este comercio, por su dureza y alto contenido de fibra. La caña de Java S. N. 230, por otra parte, es bastante blanda y dulce.

Siendo que el objeto de esta industria es el de producir cañas individuales bien desarrolladas y maduras, es necesario plantar las cañas en surcos más apartados que los comunes, por ejemplo, a dos y medio hasta tres metros de distancia uno de otro. Mejor todavía es plantarla en hoyos, de una distancia de tres metros entre sí, en dos direcciones perpendiculares. Para conseguir canutos largos, la caña debe recibir agua de riego en cantidad amplia, hasta mediados de abril cuando, para no retardar el proceso de maduración, la irrigación debe terminarse. Es costumbre seleccionar los tallos para la venta, ya que los más hermosos obtienen siempre mejor precio.

Para evitar, en lo posible, el daño producido por la cochinilla de la bolsa blanca y el gusano chupador, que reducen en mucho el valor de la caña, debe efectuarse una rigurosa selección de la caña a plantarse, eligiendo solamente los tallos que sean libres de estas plagas.

Jugo de caña. — Es un hecho conocido desde hace ya muchos años que el jugo de caña constituye un excelente alimento para los enfermos de ciertas dolencias, tanto adultos como niños, y se emplea una cantidad considerable de esta bebida en los hospitales del país durante los meses de la cosecha. Para poder ser usado durante todo el año, se han hecho varias tentativas de conservar el jugo pastorizado en botellas, pero, así conservado, sufre ciertos cambios de gusto y aspecto que hasta ahora no ha sido posible evitar.

El jugo fresco, sin embargo, puede obtenerse durante todos los meses del año, manteniendo la caña en pie (en una zona libre de heladas) de un año a otro. La caña también puede conservarse durante muchas semanas enteramente fresca, enterrándola en hoyos de unos cincuenta centímetros de profundidad. El autor cree que la conservación de la caña resultará más factible que la del jugo por la razón de los cambios de gusto, etc., que, como hemos dicho, sufre el jugo conservado.

Miel de caña. — La producción de miel de caña representa una enorme industria en los Estados Unidos de Norte América, empleando todos los años arriba de mil quinientos millones de kilos de caña. Un producto de sabor exquisito y de alto valor alimenticio, esta miel tiene en aquel país un mercado permanente a buenos precios.

La fabricación de miel de caña es de gran importancia económica, pues es un artículo que puede producirse igualmente bien en pequeña o gran escala, con instalaciones bastante sencillas, permitiendo así al cañero que, por una u otra razón, no puede o no

desea vender su caña a un ingenio azucarero, convertirla en un producto que se conserva perfectamente bien y que puede venderlo directamente al público consumidor. No hay cañero tan pobre que no podría costear una instalación sencilla para la fabricación de este producto.

Lo que falta todavía en este país es el mercado, dado que el público apenas conoce esta clase de miel y no se ha acostumbrado a su consumo; por otra parte, se ha hecho poco o nada para educar al pueblo en este sentido, y esta es una industria que tendría que desarrollarse poco a poco a base de los esfuerzos que harían los productores para crear el mercado.

El cañero, por ejemplo, que produce sus cinco o diez mil litros de miel, podría encontrar un mercado local para un buen producto, y los esfuerzos de numerosos cañeros, en distintas localidades, podrían crear el núcleo de un mercado importante dentro de poco tiempo.

Una miel de primera calidad debe ser de un color claro: amarillo, amarillo paja o amarillo verdoso. Debe tener el gusto puro de la caña con un pequeño gustillo a caramelo. Debe ser de densidad suficiente para evitar la fermentación pero no debe cristalizar el azúcar que contiene.

Toda clase de caña de buena pureza sirve para esta clase de fabricación, aunque las cañas blancas o verdes suelen dar un producto de color algo más claro que las cañas moradas. Aun con caña de baja pureza se puede fabricar miel; pero sólo de segunda calidad.

La maquinaria necesaria consiste esencialmente en:

1° Trapiche para extraer el jugo;

2° Una caldera para evaporar el jugo.

En las fábricas más grandes se emplean aparatos especiales para la evaporación, como también clarificadores y tanques de decantación. Estas instalaciones más completas trabajan con mayor economía que las más sencillas, aunque con éstas se puede obtener un producto de igual calidad como el de las más modernas y costosas.

Trapiche. — Una fábrica grande podría emplear un trapiche que consiste de un Krajewsky y seis masas, movido a vapor, exactamente igual al de algunos ingenios azucareros. Pero cualquier trapiche conveniente para extraer el jugo puede emplearse, desde los más primitivos, verticales u horizontales, de dos masas o tres, movidos a sangre, viento, por una turbina hidráulica o por un motor a kerosene.

La cantidad de jugo extraída por cien partes de caña puede variar entre el 70 por ciento con la instalación grande, y el 45 por ciento en la instalación pequeña; y esto, por supuesto, afecta el rendimiento de la miel obtenida. Respecto a la calidad de la misma, es frecuente que la instalación de un trapiche primitivo produzca miel de mejor calidad que la instalación grande.

El proceso de fabricar la miel del jugo que sale del trapiche es muy sencillo, consistiendo solamente en la concentración del jugo hasta la densidad deseada, previa alguna forma de clarificación. En el proceso más simple, el jugo del trapiche va directamente a una caldera calentada por un fuego de leña, donde se lo hace hervir hasta obtener la densidad necesaria. Durante esta ebullición se forma una cantidad de espuma en la superficie del líquido que debe sacarse por medio de una espumadera. Las espumas se suelen dar a los chanchos, para quienes es un excelente alimento. La densidad final de la miel debe determinarse por un hidrómetro Baumé; debe ser de 34 grados tomándola en caliente, o 38 grados en frío.

Mientras que las mieles más claras se producen empleando evaporadores de co-

bre, un buen producto puede obtenerse concentrando el jugo en aparatos de fierro o fierro galvanizado.

Hemos citado el método más sencillo de clarificación sacando la espuma durante la calefacción. Un método un poco menos sencillo es el de ayudar a la formación de la espuma agregando una pequeña proporción de lechada de cal al jugo, pero siempre cuidando de que el jugo después de recibir la cal sea todavía bien ácido. Otro método también es el de sulfitar y encalar el jugo como es la práctica en los ingenios azucareros, pero agregando menos cantidad de cal que éstos, para que el jugo quede bien ácido.

Otro método de clarificar que da resultados muy buenos, consiste en agregar al jugo unos tres o cuatro kilos de Kieselguhr o tierra infusoria por tonelada de caña, o también haciendo hervir después el jugo y filtrándolo por filtros-prensa o cualquier otro tipo de filtro. El Kieselguhr debe agregarse al jugo durante la calefacción cuando está casi a punto de hervir. El costo de clarificación por este método es algo más alto que por los demás procedimientos, pero da una miel de alta calidad.

La evaporación puede efectuarse, como hemos visto, en una simple caldera de fierro o cobre, calentada por el fuego o por serpentinas a vapor. Sin embargo, la práctica ha enseñado que la miel resulta más clara cuando se concentra en capas de poca profundidad y, por esta razón, se emplean los evaporadores especiales, que consisten en una serie de tres o cuatro tanques o calderas poco profundas, colocadas en tal forma que el jugo durante el transcurso de la evaporación puede pasar del primero al último de la serie.

Para obtener una miel lo más brillante posible, en muchas fábricas se efectúa la evaporación en dos etapas. Se concentra el jugo primero, a unos 25° Baumé, haciéndolo hervir bastante rápidamente, sacando la espuma que se levanta. Este melado se deja asentar entonces unas seis horas en tanques de asentación, para que el precipitado que se haya producido durante la concentración pueda asentarse. La miel clara entonces se decanta a otro evaporador, donde se termina la evaporación llevando la densidad a 34° Baumé (caliente).

Un punto principal en la fabricación de miel de caña es la necesidad de evitar la cristalización del azúcar (sacarosa) en el producto final, pues una miel que al guardarse comienza a depositar cristales de azúcar es poco apreciada por los consumidores. Se evita la cristalización convirtiendo una parte de sacarosa o azúcar cristalizable, en « glucosa », otro azúcar igualmente dulce pero que no cristaliza. Esta conversión o « inversión » del azúcar se realiza manteniendo el jugo bien ácido durante toda la concentración. Generalmente la acidez natural del jugo es suficiente para producir la inversión necesaria; de lo contrario se puede agregar una pequeña proporción de ácido fosfórico, o mejor ácido tartárico, al jugo. En algunas pequeñas fábricas se acostumbra guardar el jugo que sale del trapiche unas veinticuatro horas o más antes de evaporarlo para permitir que comience una cierta fermentación, la que aumenta la acidez. Otro método sencillo es el de agregar jugo de limón (que contiene el ácido cítrico) al jugo en concentración. Con la caña de Java, un grado considerable de « inversión » resulta cuando ésta se guarda algunos días después de cortarse y antes de molerse, y dejando la caña cortada así unos días al sol (seis días en tiempo caluroso y doce en tiempo frío) constituye un método eficaz para evitar la cristalización del azúcar de la miel.

Otro método interesante para efectuar la inversión de una parte de la sacarosa es por

medio de la invertasa, un fermento o *enzima* obtenido de la levadura. Si se mezcla este producto (que se vende a precio moderado) con el jugo concentrado a unos 20° Baumé, en proporción de tres partes a 400 de melado, a una temperatura de 60°C., manteniendo esta temperatura durante una noche entera, y se continúa la concentración el próximo día, se puede evaporar el melado hasta 37° Baumé (caliente) sin que la miel corra el peligro de «cristalizarse» en depósito.

Este último procedimiento es el más moderno y el más seguro para evitar que el azúcar de la miel se cristalice.

Envase. — Para el envase de la miel se puede emplear barriles, pero es más conveniente, para la venta directa al público, emplear latas, siendo las mejores para este propósito las de un litro con tapa del tipo «fricción». Antes de proceder al envase, es costumbre dejar asentar la miel otra vez, durante unos dos o tres días, separando la miel limpia por decantación. Para efectuar el envase entonces, la miel pasa a otra caldera, de cobre, fierro galvanizado, o madera, provista de una serpentina de cobre para la calefacción a vapor. En esta caldera la miel se calienta casi hasta el punto de ebullición, y se la hace pasar directamente a las latas por un caño provisto de una válvula. Las latas deben haber sido esterilizadas previamente, manteniéndolas a una temperatura de 130° a 140°C, por unos minutos. Cada lata al llenarse debe cerrarse inmediatamente, como así también mantener la temperatura de la miel que pasa a las latas superior a 82°C.

Si el envase de la miel se efectúa debidamente, no sufrirá cambio alguno durante largos períodos de almacenaje.

Una vez que haya un número suficiente de productores de miel, se podría establecer cooperativas para el envase de un producto de tipo uniforme.

El rendimiento de miel que se obtendría en Tucumán tendría que variar de la extracción obtenida en los trapiches y la calidad de caña empleada. Con buena caña y una extracción regular se obtendrá unos cien litros por cada tonelada de caña.

La miel de caña como producto alimenticio baratísimo. — Hemos hablado ya de la miel de caña preparada con todo cuidado, como un producto fino, aunque relativamente barato a la vez, pues de una tonelada de caña que vale al rededor de pesos 15, puede obtenerse hasta cien litros de miel. Para fabricar miel de primera calidad el costo de fabricación sería relativamente alto, de tal suerte que esta miel tendría que venderse a un precio de al rededor de cincuenta centavos por litro, para dejar una ganancia satisfactoria. Sin embargo, consideramos que si el artículo fuese bien presentado, en envase atrayente, podría conseguirse con facilidad un precio considerablemente mayor.

Podría fabricarse también una miel verdaderamente nutritiva, que encontraría una importante aplicación en la alimentación de la clase obrera, para venderse a un precio mucho más reducido. Empleando cualquier variedad de caña, inclusive las cañas «japonesas», limitando el proceso de fabricación a una simple evaporación con desnatación y empleando una forma económica de envase, se podría producir una miel para vender a veinte centavos el litro y aún menos. Aunque fuese de color algo obscuro sería un producto de buen sabor, altamente nutritivo y enteramente apto para la alimentación humana.

El guarapo. — Por la fermentación alcohólica del jugo de caña se produce una

bebida muy agradable y nutritiva que se llama el guarapo. Éste se fabrica hasta ahora en escala muy limitada, y siempre para el consumo inmediato, empleando en su preparación métodos bastante primitivos, pues se limitan a dejar fermentar espontáneamente el jugo. Mejores y más uniformes resultados podrían obtenerse pastorizando el jugo antes de la fermentación, realizando ésta a base de culturas puras de levadura. Ahora se lo entrega al consumo después de la primera fermentación tumultuosa. Sería interesante, sin embargo, aplicar los procedimientos empleados en la fermentación del vino a este guarapo, sometiéndolo a una subsiguiente fermentación secundaria como así también a alguna filtración y a algún período de envejecimiento. Es probable que se podría llegar a producir una bebida muy buena, en esta forma, a base del jugo de caña.

Fabricación del alcohol directamente del jugo de la caña. — En algunos países, como por ejemplo, Bolivia y Méjico, se acostumbra emplear el jugo de caña directamente para la fabricación de alcohol.

Los procedimientos empleados son, en general, bastante primitivos, limitándose a extraer el jugo con un trapiche de dos o tres masas, dejarlo fermentar espontáneamente, y destilar el líquido fermentado.

No hay duda sobre la conveniencia de introducir métodos más modernos en esta industria; pues en esta forma se podría aumentar los rendimientos notablemente.

Empleando, por ejemplo, en lugar del molino primitivo, un trapiche moderno de seis u ocho masas, se aumentaría la extracción en un veinticinco y hasta cincuenta por ciento de la que se acostumbra obtener; y se conseguiría, además, la ventaja de producir un bagazo más seco y enteramente conveniente para ser empleado directamente como combustible. El jugo debe esterilizarse parcialmente antes de la fermentación, la que debe efectuarse con cultura de levadura pura. La vinaza podría aprovecharse como hemos indicado en el capítulo III.

El jugo de la caña podría emplearse, también, para las otras fermentaciones descritas en el capítulo citado.

W. E. Cross.